



JOÃO PEDRO ASSIS MOREIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA NAS
RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO
FÍSICO**

**LAVRAS - MG
2022**

JOÃO PEDRO ASSIS MOREIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA NAS
RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO
FÍSICO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Nutrição e Saúde, para obtenção
do título de Mestre.

Orientador
Dr. Sandro Fernandes da Silva

**LAVRAS-MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Moreira, João Pedro Assis.

Efeitos da suplementação de cafeína nas respostas
neuromusculares e desempenho físico / João Pedro Assis Moreira. -
2022.

83 p.

Orientador(a): Sandro Fernandes da Silva.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Exercício. 2. Psicoativo. 3. Nutrição. I. da Silva, Sandro
Fernandes. II. Título

JOÃO PEDRO ASSIS MOREIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA NAS RESPOSTAS
NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO FÍSICO**

**EFFECTS OF CAFFEINE SUPPLEMENTATION ON NEUROMUSCULAR
RESPONSES AND PHYSICAL PERFORMANCE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Nutrição e Saúde, para obtenção
do título de Mestre.

APROVADA em 06 de maio de 2022.

Dr. Sandro Fernandes da Silva UFLA

Dr. Francisco de Assis Manoel UFLA

Dr. Claudio Marcelo Hernandez Mosqueira UFRO

Dr. Sandro Fernandes da Silva
Orientador

**LAVRAS-MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha mãe e minha avó Zélia, que sempre me apoiaram e deram todo suporte necessário, e graças às duas, todas as minhas conquistas se tornaram possíveis.

Ao querido professor Sandro Fernandes da Silva, por toda orientação e auxílio, e também por enriquecer e contribuir com muito conhecimento ao longo de todo mestrado, mesmo com as dificuldades frente à pandemia.

Aos colegas Guilherme e Raphael, e ao GEPREN, por todo auxílio e apoio ao longo das coletas de dados, disponibilizando equipamentos e tempo para as coletas.

As academias Fit+ e KVE-6 por permitirem e disponibilizarem o espaço e os equipamentos necessários para realização dos exercícios.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde (PPGNS), pela oportunidade de realizar o mestrado e contribuir para minha formação acadêmica.

Aos queridos amigos Gabriel, Luiza e Vinicius, por me receberem em Lavras da melhor forma possível, e por sempre prestar todo apoio necessário.

A todos os voluntários ou envolvidos com a realização da pesquisa, contribuindo e permitindo sua realização.

Finalmente, agradeço a Deus, por permitir que todos nossos sonhos se concretizem.

EPÍGRAFE

“Só a experiência própria é capaz de tornar sábio o ser humano”

Sigmund Freud

LISTA DE SIGLAS

1RM	1 repetição máxima
CON	Controle
BPM	Batimentos por minuto
CAF	Cafeína
CHO	Carboidrato
CMJ	Salto contramovimento
FC	Frequência cardíaca
FC _{máx}	Frequência cardíaca máxima
G	Gramas
G/KG/DIA	Gramas por quilograma por dia
HIIT	Treino intervalado de alta intensidade
IMC	Índice de massa corporal
KG	Quilograma
L	Litro
LI	Líquido ingerido
LIP	Lipídio
M	Metros
MG	Miligramas
ML	Mililitro
MM	Milímetro
PF	Peso final
PI	Peso inicial
PLA	Placebo
PTN	Proteína
R24H	Recordatório de 24 horas
SNA	Sistema nervoso autônomo
SNC	Sistema nervoso central
WOD	Treinamento do dia

RESUMO

A cafeína, além de estar presente na dieta cotidiana de grande parte da população, já se demonstrou um interessante recurso ergogênico para praticantes recreativos de exercícios físicos de diversas modalidades, bem como para atletas, por conta de seu efeito estimulante, promovendo melhoras significativas no desempenho esportivo. Em contraste, uma modalidade esportiva que vem ganhando cada vez mais destaque é o CrossFit®, que tem como principal característica o elevado grau de dificuldade e intensidade aplicado em seus protocolos de exercícios, isso ocorre devido a união de diferentes exercícios que contemplam trabalho de força, ginástica e aeróbica. Portanto, o presente estudo busca avaliar os efeitos de uma dose de 210 mg de cafeína em praticantes de CrossFit® de ambos os sexos, ao realizarem um protocolo de treinamento específico da modalidade, nos parâmetros neuromusculares e de desempenho físico. Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos, e aceito sob número CAAE 20221419.7.0000.5148. A amostra final foi composta por 18 indivíduos, 12 homens e 6 mulheres, os voluntários foram submetidos a três diferentes sessões de treinamento, uma sem nenhuma intervenção, outras duas utilizando cafeína e placebo. O modelo de treinamento utilizado foi o “*benchmark*” chamado “Diane”, composto pelos exercícios levantamento terra e flexão vertical. A administração da cafeína e placebo foi realizada 1 hora antes de iniciar o treinamento, no mesmo local, as variáveis neuromusculares foram analisadas antes e após o treinamento, a PSE obtida 5 minutos após a conclusão e os valores de DOMS até 72 horas após a sessão. Nosso estudo tem como principal resultado a redução dos valores de DOMS 24 horas após o exercício para os homens com suplementação de cafeína e placebo, em relação ao controle (CON vs. CAF $p = 0,002$; CON vs. PLA $p = 0,011$) mas sem diferença ao comparar com o placebo, e nas demais horas e para o grupo feminino. Foi demonstrado que ao ingerir cafeína, houve redução no tempo de conclusão do “*benchmark*” em ambos os grupos (Δ CAF = -9,84%; Δ PLA = -11,86%) e redução da PSE por parte do grupo feminino ($\Delta = -10,98\%$), ao comparar com o placebo, enquanto o grupo masculino não demonstrou alteração. Já os parâmetros de altura, potência do salto e espessura muscular, não foi observado influência da cafeína, bem como para a desidratação, contudo, pode-se notar uma perda importante de peso através do suor provocado pelo “WOD” realizado (CON: 402 ± 361 ml; PLA: 344 ± 186 ml; CAF: 484 ± 643). Além dos dados relacionados a cafeína e o exercício físico, a avaliação dietética demonstrou que os voluntários, de ambos os grupos,

não consomem calorias o suficiente, de acordo com as estimativas energéticas, possivelmente provocada pelo baixo consumo de carboidratos, ao comparar em relação aos valores recomendados. Portanto, conclui-se que a cafeína seja um potencial recurso ergogênico para praticantes de CrossFit®, beneficiando seu desempenho de diferentes maneiras, e também potencializando a recuperação muscular pós exercício, além disso, destaca-se importância da ingestão energética adequada para esses indivíduos, uma vez que, devido a intensidade da prática, o consumo energético adequado é primordial.

Palavras-chave: recuperação; exercício físico; benchmarking; crosstraining; ingestão alimentar.

ABSTRACT

Caffeine, besides being present in the daily diet of most of the population, has proven to be an interesting ergogenic resource for recreational practitioners of physical exercises of various modalities, as well as for athletes, due to its stimulant effect, promoting significant improvements in sports performance. In contrast, a sports modality that has been gaining more and more prominence is the CrossFit, which has as its main feature the high degree of difficulty and intensity applied in their exercise protocols, this occurs due to the union of different exercises that include strength work, gymnastics and aerobics. Therefore, the present study aims to evaluate the effects of a 210mg dose of caffeine in CrossFit® practitioners of both sexes, when performing a specific training protocol of the modality, in neuromuscular parameters and physical performance. This study was submitted to the Research Ethics Committee and accepted under number CAAE 20221419.7.0000.5148. The final sample was composed of 18 individuals, 12 men and 6 women, the volunteers were submitted to three different training sessions, one without any intervention, the other two using caffeine and placebo. The training model used was the "*benchmark*" called "Diane", composed of the exercises land lifting and vertical flexion. The administration of caffeine and placebo was done 1 hour before starting the training, in the same place, the neuromuscular variables were analyzed before and after the training, the PSE obtained 5 minutes after the end and the DOMS values up to 72 hours after the session. Our study has as main result the reduction of DOMS values 24 hours after exercise for men with caffeine supplementation and placebo, compared to the control (CON vs. CAF $p = 0.002$; CON vs. PLA $p = 0.011$) but with no difference when comparing with placebo, and in the remaining hours and for the female group. It was shown that when ingesting caffeine, there was a reduction in the time to complete the "*benchmark*" in both groups (Δ CAF = -9.84%; Δ PLA = -11.86%) and a reduction in the PSE by the female group ($\Delta = -10.98\%$), when compared to the placebo, while the male group showed no change. As for the parameters height, jump power and muscle thickness, no influence of caffeine was observed, as well as for dehydration, however, an important weight loss through sweat caused by the "WOD" performed (CON: 402 ± 361 ml; PLA: 344 ± 186 ml; CAF: 484 ± 643). Besides the data related to caffeine and physical exercise, the dietary evaluation showed that the volunteers, from both groups, do not consume enough calories according to the energy estimates, possibly caused by the low consumption of carbohydrates, when comparing in relation to the recommended values.

Therefore, it is concluded that caffeine is a potential ergogenic resource for CrossFit® practitioners, benefiting their performance in different ways, and also enhancing muscle recovery after exercise, in addition, the importance of adequate energy intake for these individuals is highlighted, since, due to the intensity of the practice, the adequate energy intake is paramount.

Keywords: recovery; exercise; benchmarking; crosstraining; food intake.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	15
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1. Objetivo geral.....	18
1.2. Objetivos específicos.....	18
2. MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1. Delineamento do estudo	19
2.2. Amostra	19
2.3. Procedimentos experimentais.....	20
2.3.1. Avaliação nutricional	20
2.3.2. Avaliação antropométrica.....	21
2.3.3. Suplementação, randomização e cegamento	21
2.3.4. Sessão de CrossFit	21
2.3.5. Percepção subjetiva de esforço e dor muscular de início tardio	22
2.3.6. Potência muscular.....	22
2.3.7. Espessura muscular.....	23
2.3.8. Desidratação.....	23
2.3.9. Frequência cardíaca	23
2.4. Análise estatística.....	23
REFERÊNCIAS	25
SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	28
ARTIGO I: EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO FÍSICO DE HOMENS E MULHERES PRATICANTES DE CROSSFIT®	28
1. INTRODUÇÃO	31
2. MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1. Amostra	32
2.2. Desenho experimental	33
2.3. Procedimentos.....	33
2.3.1. Antropometria	33
2.3.2. Gasto energético diário	34
2.3.3. Recordatório 24 horas	34
2.3.4. Suplementação	34
2.3.5. Sessão de treinamento - “ <i>Benchmark</i> ”.....	35

2.4.	Parâmetros de controle	35
2.4.1.	Tempo	35
2.4.2.	Percepção subjetiva de esforço (PSE)	35
2.4.3.	Dor muscular de início tardio (DOMS)	36
2.4.4.	Salto vertical (CMJ)	36
2.5.	Análise estatística.....	36
3.	RESULTADOS	37
4.	DISCUSSÃO	41
5.	CONCLUSÃO.....	44
ARTIGO 2: EFEITOS DE UMA DOSE BAIXA DE CAFEÍNA NOS		
PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO DE		
PRATICANTES DE CROSSFIT®		
		48
1.	INTRODUÇÃO	51
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	52
2.1.	Amostra	52
2.2.	Randomização e cegamento	52
2.3.	Desenho experimental	53
2.4.	Procedimentos	53
2.4.1.	Antropometria	53
2.4.2.	Ingestão dietética e cafeína	54
2.4.3.	Suplementação experimental.....	54
2.4.4.	Exercício experimental.....	54
2.4.5.	PSE e DOMS	55
2.4.6.	Desidratação.....	55
2.4.7.	Espessura muscular	56
2.4.8.	Salto contramovimento	56
2.4.9.	Frequência cardíaca	56
2.4.10.	Efeitos colaterais	57
2.5.	Análise estatística.....	57
3.	RESULTADOS	57
4.	DISCUSSÃO	66
4.1.	DOMS, PSE e desempenho	67
4.2.	Potência e morfologia muscular	68
4.3.	Desidratação e FC.....	69

4.4.	Limitações.....	70
5.	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICE 1	75
	ANEXO A	75
	ANEXO B	77
	ANEXO C	79
	ANEXO D	81
	ANEXO E	82
	ANEXO F	83

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

Quando se trata de exercícios físicos e melhora no desempenho esportivo, a dieta se torna um fator primordial nesse quesito, isso porque a ingestão dietética será responsável por fornecer ao corpo calorias suficientes para compensar o gasto energético gerado pelo treinamento. Além de simplesmente calorias, os macronutrientes desempenham papéis essenciais uma vez que o carboidrato e lipídios são os principais substratos energéticos para o exercício físico, e a proteína responsável pelas adaptações envolvendo os músculos, como hipertrofia. Dessa forma, um programa de alimentação planejado torna-se indispensável, e além da dieta, o uso de suplementos nutricionais são também uma opção de recurso ergogênico para aqueles que buscam melhoras pontuais no desempenho (CERMAK; VAN LOON, 2013; TARNOPOLSKY; MACDOUGALL; ATKINSON, 1988; VENKATRAMAN; LEDDY; PENDERGAST, 2000)

Atualmente a literatura científica apresenta cinco suplementos nutricionais comprovadamente eficazes em promover respostas fisiológicas relevantes ao exercício físico, sendo a cafeína um deles, que além de ser considerada uma das substâncias mais consumidas no mundo todo, apresentando efeito estimulante do sistema nervoso central (SNC), beneficia não somente a performance física, mas também os processos relacionados à cognição. A cafeína pode ser encontrada em produtos alimentícios, tais como o café, chás, chocolate, refrigerantes e bebidas energéticas, e também podemos encontrá-la isoladamente em sua forma farmacológica como cafeína anidra (FULGONI; KEAST; LIEBERMAN, 2015; GUEST et al. 2021).

Essa última opção se torna a mais interessante, pois se trata de uma substância de efeito dose/resposta, uma vez que a concentração ingerida influencia diretamente na resposta gerada, logo, é necessária a ingestão de uma determinada concentração de cafeína para promoção de efeitos significativos, desse modo, não recomenda-se que a ingestão de concentrações maiores de cafeína seja feita através de outras fontes, pois isso pode aumentar o risco do surgimento de efeitos colaterais e indesejáveis (GANIO et al., 2009).

Seu metabolismo ocorre, principalmente, no fígado, pelo complexo enzimático citocromo P450. A velocidade do metabolismo da cafeína está diretamente relacionada aos seus efeitos, uma vez que quanto mais acelerado o seu metabolismo, menor a concentração plasmática de cafeína. Sabe-se que diversos fatores são responsáveis por alterar seu metabolismo, tais como fatores genéticos, tabagismo, consumo habitual e uso de medicamentos (NELSON et al., 2004; RASMUSSEN et al., 2002).

Após diversas especulações e diferentes propostas sobre qual seria o mecanismo de ação por trás dos efeitos provocados pela ingestão de cafeína, hoje eles são atribuídos a semelhança estrutural da cafeína com a adenosina, um neuromodulador de caráter inibidor de efeitos excitatórios, responsável pelo bloquear a liberação de neurotransmissores e reduzir a taxa de disparos neurais. Desse modo, a cafeína seria capaz de atuar como antagonista da adenosina, impedindo a sua ligação e consequentemente sua ação (MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN, 2016). Além disso, ao impedir a interação da adenosina com esses receptores, ocorre redução do ciclo de AMP, elevando os níveis de AMP cíclico dentro da célula, esses mecanismos desencadeiam uma série de respostas fisiológicas, ocasionando um aumento de liberação de catecolaminas, aumentando a excitação do SNC (TARNOPOLSKY, 1994).

Existem diversas evidências na literatura científica demonstrando a capacidade da cafeína de melhorar o rendimento esportivo em diferentes aspectos, diferentes respostas já foram descritas, como redução da percepção de dor e esforço, redução da fadiga muscular, aumento de força e potência muscular, aumento da disposição, melhora da capacidade cognitiva e do humor (BRUNETTO; RIBEIRO; FAYH, 2010; DEL COSO et al., 2014).

Contudo, ainda existem controvérsias na literatura em relação a apresentação desses efeitos, o que pode ser justificado pela alta sensibilidade no metabolismo e ação da cafeína, pois além das variações individuais, outros fatores podem interferir no que seria seu efeito ergogênico, como o próprio exercício a ser realizado, variando em relação a sua intensidade ou duração, o sexo dos indivíduos, o nível de treinamento, uma vez que quanto maior o nível do atleta, mais difícil se torna o processo de melhorar sua performance, além disso, a dose de cafeína oferecida e também o tempo entre a sua ingestão e a realização do exercício influencia diretamente na sua ação (AHRENS et al., 2007; SKINNER et al., 2014; TURLEY et al., 2015).

Mesmo apresentando diversos efeitos positivos, a ingestão de cafeína pode ocasionar o surgimento de efeitos colaterais, que interferem negativamente na performance e bem-estar individual, efeitos como dores de cabeça, taquicardia, tremores, ansiedade, insônia e desconfortos gastrointestinais são frequentemente descritos. Além disso, a exclusão da cafeína para indivíduos que estão habituados à sua ingestão diária apresenta também alguns efeitos de irritabilidade (GRGIC et al., 2018; PEELING et al., 2018; TARNOPOLSKY, 2011).

Recentemente, alguns estudos buscaram os efeitos da cafeína e a possibilidade de melhorar o desempenho esportivo de praticantes de CrossFit®, sendo essa uma modalidade que surgiu entre os anos 90 e 2000, e vem ganhando cada vez mais popularidade no meio esportivo, aumentando expressivamente o número de praticantes ao redor do mundo todo (FOGAÇA et al., 2019; LICHTENSTEIN; JENSEN, 2016; STEIN; RAMIREZ; HEINRICH, 2020).

Uma das principais características por trás dessa modalidade é a alta intensidade aplicada em seus diferentes protocolos de treinamento, uma vez que ela reúne e mescla exercícios de diferentes naturezas, como exercícios de força e exercícios aeróbios, e também movimentos ginásticos, exigindo um alto nível de aptidão física de seus praticantes. Devido a isso, além da nutrição adequada, recorrer ao uso de recursos ergogênicos necessários é comum, por isso é comum observarmos o uso de suplementos nutricionais no meio esportivo, uma vez que estes são utilizados pela possível capacidade de melhorar a resposta fisiológica ao treinamento, potencializando as capacidades físicas do atleta (DE SOUZA et al., 2021; GOLDSTEIN et al., 2010; QUESNELE et al., 2014).

Em razão dos efeitos proporcionados pela ingestão aguda de cafeína, ela assume um importante papel como recurso ergogênico no meio esportivo, que vem se mostrando cada vez mais eficaz em promover benefícios ao desempenho de diversas modalidades esportivas, justificando o interesse em avaliar seus efeitos fisiológicos no exercício físico. Apesar disso, pouco se fala sobre os efeitos da cafeína em relação ao sexo, uma vez que existe um número limitado de estudos onde é avaliado seu efeito no público feminino, e principalmente, estudos que compara seu efeito entre homens e mulheres. Logo, considerando as diferenças anatômicas, fisiológicas e metabólicas entre os sexos, este é um foco interessante de estudo. Aliado a isso, o Crossfit®, que apesar de sua popularidade, também carece de dados científicos, uma vez que atualmente encontramos

um pequeno número de estudos que trabalham com essa modalidade, seja em avaliações específicas da modalidade, aspectos nutricionais, ou em estudos experimentais.

Portanto, o presente estudo, em dois diferentes artigos, busca elucidar tais aspectos relacionados aos efeitos proporcionados pela cafeína em relação às diferenças sexuais, seja através de respostas neuromusculares relacionadas ao desempenho físico ou sua recuperação em um protocolo específico da CrossFit®.

1.1. Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos provocados pela ingestão de uma dose absoluta de cafeína (210mg) em parâmetros neuromusculares em praticantes de CrossFit® de ambos os sexos, ao realizarem uma sessão de treinamento específica da modalidade (WOD).

1.2. Objetivos específicos

Avaliar se a ingestão prévia de cafeína pode melhorar o desempenho em relação ao tempo de conclusão;

Avaliar a classificação da percepção subjetiva de esforço após o “*benchmark*” e se há alguma influência da ingestão de cafeína;

Avaliar a recuperação muscular após o exercício através dos valores de dor muscular de início tardio e sua possível relação com a cafeína.

Avaliar qual a perda hídrica provocada pelo “*benchmark*” e se a ingestão prévia de cafeína possui relação com esse parâmetro;

Avaliar a potência dos membros inferiores antes e após o “*benchmark*” e sua relação com a ingestão de cafeína;

Avaliar a influência da ingestão de cafeína na espessura muscular antes e após o WOD;

Avaliar o comportamento da frequência cardíaca em relação ao uso de cafeína e o exercício;

Avaliar a adequação da ingestão energética de homens e mulheres praticantes de Crossfit®.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Delineamento do estudo

Este é um estudo experimental, transversal e analítico, controlado por placebo e crossover, constituído por uma base populacional de praticantes de atividade física de alta intensidade da marca CrossFit®, em uma academia localizada no município de Lavras – MG.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, sob protocolo de número CAAE 20221419.7.0000.5148 (ANEXO A). Todos os participantes foram informados sobre os objetivos, protocolos e procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO B).

2.2. Amostra

A amostra foi composta por uma base populacional de praticantes de atividade física de alta intensidade residentes do município de Lavras-MG de ambos os sexos. A fim de garantir maior homogeneidade da amostra, foi adotado como critério de inclusão que os voluntários devessem ter idade igual ou superior a 18 anos e inferior a 45, prática regular (mínimo de 5 vezes na semana) de CrossFit® a pelo menos 1 ano, consumo médio de cafeína inferior a 210 mg/dia, e que não apresentassem doenças crônicas não transmissíveis, gravidez, tabagismo, ou uso de medicamentos ou esteroides. E foram excluídos todos aqueles que apresentassem lesões osteomusculares anteriores e no decorrer da pesquisa, ou que não realizassem as três sessões de treinamento.

Utilizou-se o software estatístico G*Power para o cálculo amostral, que foi realizado com base em um poder estatístico de 95%, erro alfa de 5% (análise bicaudal) e tamanho do efeito de 0,720, resultando em 28 participantes, distribuídos em 14 do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Após a etapa de convite e seleção, obteve-se um N de 26 voluntários, sendo 15 homens e 11 mulheres, devido a 6 desistências (2 homens e 4 mulheres) e não conclusão do WOD proposto por outros 2 (1 homem e 1 mulher), a amostra final foi composta por um N de 18 indivíduos, (12 homens e 6 mulheres), com tamanho de efeito médio de 0,902.

2.3. Procedimentos experimentais

Ao longo da coleta de dados, foram realizados um total de 4 encontros com cada um dos participantes, sendo o primeiro para convidar e selecioná-los para participar da pesquisa, onde receberam informações sobre os objetivos e procedimentos que serão realizados, aplicar os critérios de inclusão e exclusão, além de lerem e assinarem o TCLE. Nos seguintes foram realizados os procedimentos experimentais.

2.3.1. Avaliação nutricional

A avaliação nutricional foi realizada com base em três recordatórios 24 horas, coletados em cada encontro antes de dar início ao protocolo de treinamento. O recordatório foi aplicado e conduzido por um nutricionista formado, coletando junto ao voluntário todos os alimentos consumidos no dia anterior ao teste. Para análise dos R24h, foi utilizado o software de nutrição Dietbox®. A avaliação do consumo de cafeína foi feita com base no consumo habitual, utilizando como base os dados fornecidos por (HECKMAN, WEIL & de MEJIA, 2010). Todos os voluntários foram instruídos a manter o padrão alimentar no decorrer da pesquisa, bem como evitar o consumo de bebida alcoólica ou produtos ricos em cafeína nos dias anteriores à coleta de dados.

2.3.2. Avaliação antropométrica

Obteve-se a estatura utilizando um estadiômetro vertical Sanny®, o peso por uma balança Welmy® com precisão de 0,01 kg. O percentual de gordura foi estimado pela equação de Siri (1961), utilizando o protocolo de 3 dobras de Pollock (1985). Para homens, utilizou-se as dobras do ponto médio da coxa, abdominal, e peitoral, para as mulheres utilizou-se as dobras do ponto médio da coxa, tricipital e supra ilíaco. As medidas de dobra cutânea foram obtidas por meio de um ultrassom da marca Bodymetrix®. O IMC (índice de massa corporal) foi obtido a partir da divisão do peso pelo quadrado da altura (peso (kg)/altura (m)²).

2.3.3. Suplementação, randomização e cegamento

Foram manipuladas cápsulas contendo 210 mg de cafeína ou 210 mg de maltodextrina (placebo) em uma farmácia local de confiança. Foi solicitado que as cápsulas fossem idênticas, impedindo a identificação ou diferenciação por meio dos participantes. As cápsulas utilizadas possuíam cor branca a fim de evitar qualquer estímulo visual. A administração do suplemento era realizada 1 hora antes de iniciar na academia onde foram realizados todos os testes, o participante recebia somente um envelope contendo o comprimido destinado a respectiva sessão e fazia seu consumo com água. Após a administração, os participantes eram orientados a permanecerem em repouso até o momento de iniciar os testes.

A randomização dos participantes foi realizada por um professor da Universidade Federal de Lavras (UFLA) não participante da pesquisa, determinando de forma balanceada qual o suplemento a ser administrado nas respectivas sessões sem o conhecimento de nenhum dos pesquisadores envolvidos, ou dos participantes.

2.3.4. Sessão de CrossFit®

O protocolo de treinamento usado foi composto pelo “*benchmark*” denominado “*Diane*”, seguindo os padrões da CrossFit®. Neste “*benchmark*”, os participantes executaram dois exercícios, o de levantamento terra (deadlift), com carga padronizada

equivalente a 100kg para os homens, e 60 kg para mulheres, e a flexão vertical (handstand push-up), sem nenhuma sobrecarga, divididos em 3 rounds, cada round com número de repetições equivalentes a 21, 15 e 9, para cada exercício, que foram realizados de forma consecutiva, totalizando 90 repetições (GLASSMAN, 2003).

2.3.5. Percepção subjetiva de esforço e dor muscular de início tardio

Obteve-se a percepção de esforço (PSE) pela escala CR10 de Borg (ANEXO D) 5 minutos após a conclusão da sessão, onde o participante relatou o nível de esforço em uma escala de 0 a 10, sendo 0 esforço mínimo, e 10 esforço máximo. (BORG, 1998; FOGAÇA et al., 2019).

Obteve-se o valor de dor muscular de início tardio (DOMS) por meio de uma Escala Visual Analógica (EVA) (ANEXO E), que permite expressar a dor em uma linha contínua atribuindo valores numéricos a ela, que variam de zero (sem dor) a dez (dor máxima). O avaliado foi instruído a demarcar a linha do valor da EVA de acordo com a dor percebida ao flexionar, estender e palpar os músculos posteriores da coxa. A escala foi aplicada no intervalo de 24, 48 e 72 horas após o treinamento (PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012; UMBEL et al., 2009).

2.3.6. Potência muscular

A potência muscular foi avaliada por meio do exercício de salto contra movimento (CMJ) em uma plataforma CEFISE®, através do software PEAK Power® que nos fornece os dados da altura do salto, tempo de voo e potência absoluta e relativa. Para realização dos saltos, os voluntários foram instruídos a realizarem o movimento de meio agachamento, seguido de um salto, mantendo os membros estendidos, e as mãos na cintura durante todo o movimento. Foram realizados três saltos no total, registrando o maior valor obtido entre eles. Os saltos foram realizados 5 minutos antes e 5 minutos após o “*benchmark*”.

2.3.7. Espessura muscular

Utilizou-se o ultrassom da marca Bodymetrix® para analisar a espessura muscular dos músculos do posterior de coxa (isquiotibiais), onde, através do software Bodyview® permite projetar linhas para mensuração da espessura muscular após marcar os pontos de referências da gordura subcutânea até a parte óssea, onde foi utilizado a maior medida do ventre muscular. A aferição foi realizada durante o momento de repouso, antes de iniciar o “WOD”, e imediatamente após sua conclusão.

2.3.8. Desidratação

Para avaliar a desidratação, utilizou-se a diferença do peso antes e após o “WOD”, corrigida pela ingestão de água. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula: $\text{Peso inicial (kg)} + \text{Líquido ingerido (L)} - \text{Peso final (kg)} = \text{Desidratação total (kg)}$. A pesagem foi realizada 10 minutos antes de iniciar o exercício, e 5 minutos após sua conclusão. Antes da pesagem, os voluntários foram instruídos a urinar caso sentissem vontade, e manteve-se a ingestão de água ad libitum, utilizando um copo de volume conhecido para isto.

2.3.9. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada por meio de um monitor cardíaco Garmin®. Para obter o valor de FC de repouso, os voluntários foram instruídos a permanecerem deitados, de forma que realizassem o menor esforço possível durante 5 minutos, registrando o menor valor alcançado nesse período. Para FC pico, utilizou-se o maior valor alcançado durante a realização dos exercícios até a conclusão da sessão. A FC máxima teórica foi obtida por meio da fórmula: $220 - \text{Idade}$ (TANAKA, MONAHAN & SEALS, 2001).

2.4. Análise estatística

Análise dos dados com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a normalidade da amostra utilizou-se o teste de Shapiro Wilk, como a distribuição detectada

não foi homogênea, utilizou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação das variáveis entre os sexos nos diferentes momentos (Caféina e Placebo). Foi realizada além de comparação das médias, o delta de variação (Δ) dos resultados. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os cálculos estatísticos foram feitos através do software estatístico SPSS® versão 25.0 e os gráficos plotados através do software Prism® versão 8.1

REFERÊNCIAS

AHRENS, J. N. et al. The physiological effects of caffeine in women during treadmill walking. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 164, 2007.

BORG, Gunnar. Borg's perceived exertion and pain scales. **Human kinetics**, 1998.

BRUNETTO, D.; RIBEIRO, J. L.; FAYH, A. P. T. Efeitos do consumo agudo de cafeína sobre parâmetros metabólicos e de desempenho em indivíduos do sexo masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, p. 171–175, 2010.

CERMAK, N. M.; VAN LOON, L. J. C. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1139–1155, 2013.

DEL COSO, J. et al. Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. **International journal of sports physiology and performance**, v. 9, n. 6, p. 1013–1018, 2014.

DE SOUZA, R. A. S. et al. A systematic review of CrossFit® workouts and dietary and supplementation interventions to guide nutritional strategies and future research in CrossFit®. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 31, n. 2, p. 187–205, 2021a.

FOGAÇA, Lorrueama J. et al. Effect of caffeine supplementation on exercise performance, power, markers of muscle damage, and perceived exertion in trained CrossFit men: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 2, p. 181-188, 2019.

FULGONI, V. L.; KEAST, D. R.; LIEBERMAN, H. R. Trends in intake and sources of caffeine in the diets of US adults: 2001-2010. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, n. 5, p. 1081–1087, 2015.

GANIO, M. S. et al. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 315–234, 2009.

GLASSMAN, Greg. A theoretical template for crossfit's programming. **CrossFit Journal**, v. 6, p. 1-5, 2003.

GOLDSTEIN, E. et al. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, p. 1–6, 2010.

GUEST, N. S. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 1-37, 2021.

GRGIC, J. et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2018.

HECKMAN, Melanie A.; WEIL, Jorge; DE MEJIA, Elvira Gonzalez. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. **Journal of food science**, v. 75, n. 3, p. R77-R87, 2010.

LICHTENSTEIN, M. B.; JENSEN, T. T. Exercise addiction in CrossFit: Prevalence and psychometric properties of the Exercise Addiction Inventory. **Addictive Behaviors Reports**, v. 3, p. 33–37, 2016.

MCLELLAN, T. M.; CALDWELL, J. A.; LIEBERMAN, H. R. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 71, p. 294–312, 2016.

NELSON, D. R. et al. Comparison of cytochrome P450 (CYP) genes from the mouse and human genomes, including nomenclature recommendations for genes, pseudogenes and alternative-splice variants. **Pharmacogenetics and Genomics**, v. 14, n. 1, p. 1-18, 2004.

PEELING, P. et al. Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 178–187, 2018.

PHILIPPOU, Anastassios et al. Cytokines in muscle damage. **Advances in clinical chemistry**, v. 58, n. issue, p. 49-97, 2012.

QUESNELE, J. J. et al. The effects of beta-alanine supplementation on performance: A systematic review of the literature. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 24, n. 1, p. 14–27, 2014.

RASMUSSEN, B. B. et al. The interindividual differences in the 3-demethylation of caffeine alias CYP1A2 is determined by both genetic and environmental factors. **Pharmacogenetics and Genomics**, v. 12, n. 6, p. 473–478, 2002.

SKINNER, T. L. et al. Factors influencing serum caffeine concentrations following caffeine ingestion. **Journal of science and medicine in sport**, v. 17, n. 5, p. 516–520, 2014.

STEIN, Jesse A.; RAMIREZ, Melitza; HEINRICH, Katie M. Acute caffeine supplementation does not improve performance in trained CrossFit® athletes. **Sports**, v. 8, n. 4, p. 54, 2020.

TANAKA, Hirofumi; MONAHAN, Kevin D.; SEALS, Douglas R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the american college of cardiology**, v. 37, n. 1, p. 153-156, 2001.

TARNOPOLSKY, M. A. Caffeine and creatine use in sport. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 57, n. SUPPL. 2, p. 1–8, 2011.

TARNOPOLSKY, M. A. Caffeine and Endurance Performance. **Sports Medicine: Evaluations of Research in Exercise Science and Sports Medicine**, v. 18, n. 2, p. 109–125, 1994.

TARNOPOLSKY, M. A.; MACDOUGALL, J. D.; ATKINSON, S. A. Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 1, p. 187–193, 1988.

TURLEY, K. R. et al. Effects of different doses of caffeine on anaerobic exercise in boys. **Pediatric exercise science**, v. 27, n. 1, p. 50–56, 2015.

UMBEL, Jonathan D. et al. Delayed-onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. **European journal of applied physiology**, v. 107, n. 6, p. 687-695, 2009.

VENKATRAMAN, J. T.; LEDDY, J.; PENDERGAST, D. Dietary fats and immune status in athletes: clinical implications. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 7 Suppl, p. S389-95, 2000.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**ARTIGO I: EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO FÍSICO DE HOMENS E MULHERES PRATICANTES DE CROSSFIT®.**

Artigo para submissão à revista científica *Journal Applied Physiology*

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA NO DESEMPENHO FÍSICO DE HOMENS E MULHERES PRATICANTES DE CROSSFIT®.

Resumo: A cafeína é um importante recurso ergogênico presente na dieta e rotina de diversos indivíduos e atletas, contudo, a variação do efeito entre homens e mulheres é pouco investigada, portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de 210 mg de cafeína no desempenho físico de homens e mulheres praticantes de CrossFit ao realizarem um “*benchmark*” específico da modalidade. Ao final da seleção, a amostra foi composta por 12 indivíduos do sexo masculino, e 6 do sexo feminino, totalizando 18 participantes. Como modelo de exercício experimental, foi adotado o “*benchmark*” “*Diane*”, composto por levantamento terra e flexão vertical, que foi realizado três vezes em momentos diferentes, sendo um para controle, com suplementação de cafeína ou placebo, que foram administrados 1 hora antes de iniciar o exercício. A avaliação dietética foi realizada com base em três R24h, coletados em cada sessão de treinamento. A comparação entre os grupos (homens *vs.* mulheres) não demonstrou diferença significativa em relação aos parâmetros de desempenho, contudo, houve maior redução no tempo de conclusão do grupo feminino (PLA= 327,33 ± 95,53; CAF= 313,50 ± 76,51) ao receber cafeína, se comparado a redução do grupo masculino (PLA= 288,50 ± 107, 72; CAF= 282,66 ± 103,93) , bem como redução na PSE para o grupo feminino em relação aos homens ($\Delta = -10,98\%$), contudo, não foi demonstrada influência significativa da cafeína nos demais parâmetros avaliados. A avaliação dietética realizada demonstrou baixa ingestão energética se comparado a estimativa de gasto energético, bem como menor consumo de carboidrato que o recomendado, podendo ser um fator de risco para a performance e saúde desses indivíduos. Concluindo assim que a cafeína pode representar um recurso ergogênico interessante para praticantes da modalidade, principalmente as mulheres, contudo, é importante que a ingestão dietética seja realizada conforme o recomendado, a fim de garantir a esses indivíduos melhor rendimento físico.

Palavras-chave: recuperação; exercício físico; benchmarking; crosstraining; ingestão alimentar.

Abstract: Caffeine is an important ergogenic resource present in the diet and routine of many individuals and athletes, however, the variation of the effect between men and women is little investigated, therefore, this study aims to evaluate the effects of 210 mg of caffeine on the physical performance of men and women who practice CrossFit when they perform a specific benchmark of the sport. At the end of the selection, the sample was composed of 12 males and 6 females, totaling 18 participants. As an experimental exercise model, the benchmark "Diane" was adopted, composed of land lifting and vertical flexion, which was performed three times at different times, one for control, with caffeine or placebo supplementation, which were administered 1 hour before starting the exercise. Dietary assessment was performed based on three R24h, collected at each training session. Comparison between groups (men vs women) showed no significant difference in relation to performance parameters, however, there was a greater reduction in completion time in the female group (PLA= 327.33 ± 95.53 ; CAF= 313.50 ± 76.51) when receiving caffeine, if compared to the reduction in the male group (PLA= 288.50 ± 107.72 ; CAF= 282.66 ± 103.93), as well as a reduction in the PSE for the female group in relation to men ($\Delta = -10.98\%$), however, it was not shown significant influence of caffeine in the other parameters evaluated. The dietary evaluation showed a low energy intake when compared to the estimated energy expenditure, as well as a lower intake of carbohydrates than recommended, which may be a risk factor for the performance and health of these individuals. In conclusion, caffeine may represent an interesting ergogenic resource for those who practice this sport, especially women. However, it is important that the dietary intake be performed as recommended in order to guarantee better physical performance.

Keywords: recovery; exercise; benchmarking; crosstraining; dietary intake.

1. INTRODUÇÃO

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é frequentemente encontrada na dieta habitual de grande parte da população, uma vez que pode ser encontrada em bebidas energéticas ou refrigerantes, chocolate, medicamentos e na própria infusão de café. Além dos alimentos, seu uso é feito, principalmente, na forma de suplemento, por atletas e praticantes de atividade física. Isso se deve ao fato de a cafeína ser um potente estimulante do sistema nervoso central (SNC), de modo que pudesse aumentar força e potência muscular, reduzir a sensação de dor e percepção de esforço, ou até mesmo acelerar a recuperação muscular pós exercício. A partir dessa premissa, a cafeína gerou muito interesse da comunidade científica, uma vez que poderia ser um importante recurso ergogênico para aqueles que buscam melhorar o desempenho (ASTORINO; ROHMANN; FIRTH, 2008; GANIO et al., 2009; GRAHAM, 2001).

Apesar de apresentar efeitos positivos, seus efeitos parecem depender de alguns fatores internos e externos, dentre os fatores internos, destaca-se a ingestão habitual, polimorfismo genético e hábitos, já os fatores externos se trata de parâmetros relacionados ao exercício físico, como o tipo de treinamento, tempo de duração, intensidade, e também o tempo entre a oferta da cafeína e a realização do exercício físico, uma vez que sua atinge sua concentração máxima 1 hora após a ingestão. Devido a isso, existem divergências na literatura atual, onde são encontrados diversos resultados conflitantes (BRUNETTO; RIBEIRO; FAYH, 2010; DEL COSO et al., 2014; GRAHAM, 2001)

No que se trata de exercício físico e desempenho, o CrossFit® vem recebendo cada vez mais destaque, e de acordo com seu criador, Greg Glassman, o CrossFit® corresponde a um treinamento funcional de alta intensidade, que tem como objetivo aumentar as capacidades físicas de força e potência muscular, resistência cardiovascular e respiratória, coordenação, equilíbrio, velocidade e precisão. Sendo o seu alto nível de complexidade e intensidade uma das principais características da modalidade, onde, em seus protocolos, chamados de workout of the day (WOD), são compostos por diversas combinações que englobam exercícios de força, cardiorrespiratórios e movimentos de ginástica, os “WOD’s” são realizados com critérios previamente estabelecidos, seja para a carga utilizada, tempo de trabalho ou conclusão, e

número de movimentos. Contudo, os treinamentos são elaborados de acordo com níveis, levando em consideração o nível atual de seus praticantes, garantindo a realização correta e segura dos exercícios. (FEITO et al., 2018; GLASSMAN, 2004)

Apesar de sua popularidade, existem poucos estudos que abordam a temática na literatura, seja em relação a suplementação de cafeína na modalidade, ou a própria modalidade, principalmente visando o público feminino, além disso, já foi apontado por outros autores inadequações em relação a ingestão dietética para esses indivíduos (CLAUDINO et al., 2018; DE SOUZA et al., 2021). Portanto, o presente estudo busca avaliar os possíveis efeitos ergogênicos proporcionados pela ingestão de 210 mg de cafeína em homens e mulheres praticantes regulares de Crossfit® ao realizarem um WOD da modalidade, bem como avaliar quantitativamente sua ingestão energética.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostra

Para o cálculo amostral, foi utilizado o software estatístico G*Power, a amostra calculada para um poder estatístico de 95%, erro alfa de 5% (análise bicaudal) e tamanho do efeito de 0,720 resultou em 28 participantes, sendo 14 do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Após a etapa de convite e seleção, obteve-se um N de 26 voluntários, sendo 15 homens e 11 mulheres, contudo, houve 6 desistências (2 homens e 4 mulheres) e 2 participantes não concluíram o WOD proposto (1 homem e 1 mulher), desse modo, a amostra final foi composta por um N de 18 indivíduos, (12 homens e 6 mulheres). Após análise, obteve-se tamanho de efeito médio de 0,902 para o N final obtido.

Foram incluídos no estudo voluntários saudáveis, com idade igual ou superior a 18 anos e que praticassem a modalidade por pelo menos 1 ano. E foram excluídos todos aqueles que apresentassem lesões osteomusculares, portadores de doenças crônicas não transmissíveis, tais como doenças cardiovasculares ou respiratórias, diabetes e obesidade, grávidas, tabagismo, uso de esteroides anabolizantes ou de medicamentos anti-inflamatório, e consumo médio de cafeína superior a 210mg por dia.

2.2. Desenho experimental

Este estudo se trata de um ensaio clínico duplo-cego, randomizado controlado por placebo e crossover, submetido e aprovado ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, sob protocolo de número CAAE 20221419.7.0000.5148 (ANEXO A). A randomização, cegamento e balanceamento dos grupos foi realizada por um professor não participante da pesquisa, de modo que não houvesse nenhum contato dos pesquisadores com os dados até a conclusão das coletas de dados.

A pesquisa contou com 4 encontros no total, sendo o primeiro utilizado para convidá-los e explicar sobre os procedimentos a serem realizados, bem como foi requerida a leitura e assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Nos 3 encontros seguintes foram aplicados os protocolos experimentais. Todas as coletas foram realizadas no mesmo ambiente, em um Box (academia) de CrossFit® localizada no município de Lavras-MG, respeitando as mesmas condições em todas as coletas realizadas.

2.3. Procedimentos

2.3.1. Antropometria

Para caracterização dos voluntários, foi realizada uma avaliação física, onde obteve-se o peso por meio de uma balança digital Welmy®, com precisão de 0,1 kg. Para aferir a altura, utilizou-se um estadiômetro vertical Sanny®, e o percentual de gordura foi determinado a partir da equação de Siri (1961), utilizando o protocolo de 3 dobras de Jackson e Pollock (1978). Os pontos de referência utilizados foram do peitoral, abdominal e coxa para homens, e tricipital, supra ilíaca e coxa para mulheres. A aferição foi realizada com auxílio do ultrassom da marca Bodymetrix®, e determinado pelo software Bodyview®.

2.3.2. Gasto energético diário

A estimativa do gasto energético total diário (GET) foi realizado com base no equivalente metabólico de atividade (MET's), para isso, os voluntários foram orientados a informar todas as atividades realizadas diariamente, e o respectivo tempo gasto em cada atividade.

2.3.3. Recordatório 24 horas

Antes de dar início as coletas de dados, todos os participantes foram orientados a manter o padrão alimentar em todas as sessões, para isso, foi realizado o monitoramento através de recordatórios alimentar 24h (R24h) em cada encontro, as aplicações foram realizadas por um profissional de nutrição, as avaliações dos R24H foram realizadas no software de nutrição DietBox®, e a quantificação da ingestão de cafeína realizada de acordo com os dados disponíveis na literatura (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010). Além disso, todos participantes foram orientados a não realizarem exercícios físicos vigorosos, bem como evitar o consumo de álcool e produtos que contenham cafeína nas 48 horas anteriores às avaliações.

2.3.4. Suplementação

O protocolo contou com três diferentes encontros, sendo o primeiro realizado sem a administração de qualquer substância (cafeína ou placebo) a fim de obtermos valores de referência para controle. Foi dado um intervalo de 72 horas (3 dias) entre a primeira e a segunda sessão. Já o segundo e o terceiro encontro foram realizados com o intervalo de 1 semana entre eles, a fim de evitar qualquer influência da suplementação anterior (FOGAÇA et al., 2019). A manipulação da cafeína (210mg) e do placebo (210 mg de maltodextrina) foi feita por uma farmácia de manipulação local, os suplementos foram ingeridos junto a um pouco de água sempre 1 hora antes de dar início aos testes, como descrito por Graham, (2001b), e após ingestão, solicitou-se aos voluntários que permanecem em repouso até o momento de iniciar os exercícios.

2.3.5. Sessão de treinamento - “Benchmark”

O modelo de exercício adotado foi o WOD chamado “Diane”, realizado de acordo com a padronização da marca CrossFit®, utilizando o mesmo número de repetições e cargas masculina e feminina. Este WOD é composto por dois diferentes exercícios, o levantamento-terra, onde deve-se erguer a barra localizada no chão, alongando totalmente o tronco até que a linha do ombro ultrapasse a barra, e a flexão vertical, onde o participante deve se posicionar de ponta cabeça, apoiando suas costas em uma parede, de modo que ao tocar a cabeça no chão, os braços formem um ângulo de 90° em relação ao chão, e o movimento é realizado a partir da extensão completa dos braços, sem o uso de qualquer sobrecarga. Para o levantamento da terra, a carga utilizada foi de 100 kg para homens e 60 kg para mulheres. O treinamento é concluído após a realização de 21, 15 e 9 repetições consecutivas de cada exercício, iniciando com o levantamento terra e em seguida a flexão vertical, devendo ser realizado no menor tempo possível (GLASSMAN, 2003).

2.4. Parâmetros de controle

2.4.1. Tempo

O tempo de conclusão do WOD foi monitorado por meio de um cronômetro analógico, essa informação não foi passada aos voluntários até o final de todas as coletas, a fim de evitar qualquer estímulo competitivo entre as sessões.

2.4.2. Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A percepção subjetiva de esforço foi obtida através da escala CR10 de Borg (BORG, 1998), onde os voluntários atribuem um valor de 0 a 10 para o esforço gerado ao realizar o exercício, onde 0 representa esforço mínimo e 10 esforço máximo, a aplicação foi realizada 5 minutos após a conclusão do exercício. (FOGAÇA et al., 2019).

2.4.3. Dor muscular de início tardio (DOMS)

A DOMS foi obtida em 3 períodos diferentes, sendo 24, 48 e 72 horas após o exercício. Para isso, foi utilizado uma Escala Visual Analógica (EVA), permitindo o voluntário identificar o nível de dor percebido nos músculos posteriores da coxa, era atribuído um valor de 0 a 10, sendo 0 nenhuma dor e 10 dor máxima, para essa avaliação, os voluntários foram orientados avaliar a dor percebida ao apalpar, flexionar e estender a região avaliada.

2.4.4. Salto vertical (CMJ)

Para avaliação da potência dos membros inferiores antes e após o exercício, foi utilizado o CMJ, para isso, utilizou-se a plataforma de salto CEFISE®, onde o voluntário posicionava-se de pé, realizava meio agachamento e em seguida saltava o mais alto possível, mantendo a extensão completa das pernas.

2.5. Análise estatística

Análise dos dados com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a normalidade da amostra utilizou-se o teste de Shapiro Wilk, como a distribuição detectada não foi homogênea, utilizou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação das variáveis entre os sexos nos diferentes momentos (Caféina e Placebo). Foi realizada além de comparação das médias, o delta de variação (Δ) dos resultados. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os cálculos estatísticos foram feitos através do software estatístico SPSS® versão 25.0 e os gráficos plotados através do software Prism® versão 8.1.

3. RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os dados de caracterização dos voluntários, sendo apresentados como média \pm desvio padrão (DP). Estão descritos os dados de idade, peso, altura, índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura (%G), e gasto energético total (GET) dos voluntários.

Tabela 1 – Caracterização das variáveis antropométricas de homens (12) e mulheres (06) praticantes de CrossFit® no município de Lavras-MG.

Variáveis	Homens (12)	Mulheres (06)
Idade	27 \pm 5,31	30,17 \pm 8,89
Peso (kg)	83,83 \pm 12,63	64,78 \pm 4,90
Altura (m)	1,79 \pm 0,09	1,66 \pm 0,05
IMC (kg/m ²)	26,18 \pm 2,62	23,63 \pm 1,09
% de gordura	9,88 \pm 3,96	23,47 \pm 1,58
Frequência de treinamento (dias/semana)	5,66 \pm 0,49	5,55 \pm 0,54
Cafeína (mg/dia)	49,00 \pm 49,69	24,63 \pm 21,59

Os dados relacionados a ingestão dietética, bem como da estimativa do gasto energético dos voluntários estão dispostos na Tabela 2, onde é possível observar que a média de ingestão diária dos voluntários se manteve padrão, apresentando pequenas variações, ao longo dos dias avaliados, entretanto, observa-se uma importante deficiência na ingestão energética nos dois grupos.

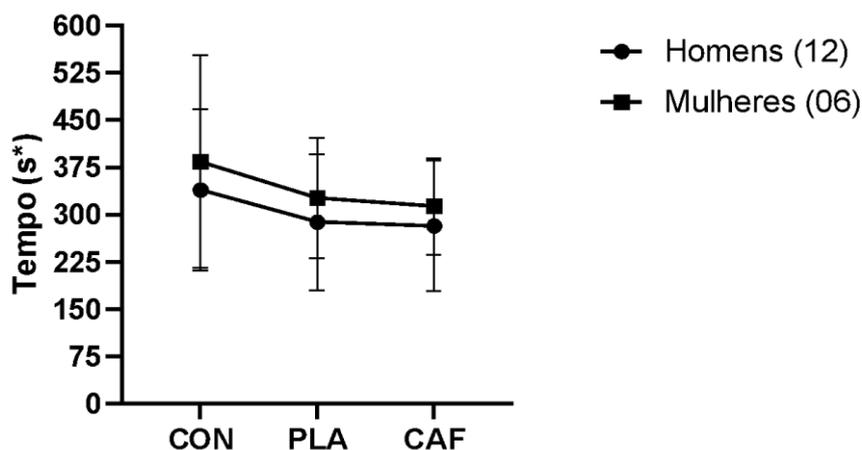
Tabela 2 – Caracterização da ingestão energética diária, em três diferentes dias, e respectiva distribuição de macronutrientes de homens e mulheres praticantes de CrossFit®.

Variáveis	Homens (12)			Mulheres (06)		
	CON	CAF	PLA	CON	CAF	PLA
GET	3306,90 \pm 428,96			2348,61 \pm 95,83		
VET	2315,62 \pm 565,41	2317,41 \pm 619,23	2161,16 \pm 762,01	1617,08 \pm 625,909	1664,90 \pm 637,24	1563,30 \pm 536,92
CHO (g)	291,08 \pm 118,01	291,17 \pm 109,43	279,30 \pm 138,24	164,55 \pm 57,14	193,27 \pm 65,53	172,97 \pm 56,91
PTN (g)	127,07 \pm	132,57 \pm	131,64 \pm	121,52 \pm	101,74 \pm	108,24 \pm

	46,16	43,89	48,10	59,91	55,12	45,97
LIP (g)	63,06 ± 22,84	66,33 ± 36,46	56,43 ± 19,74	68,16 ± 23,63	71,90 ± 30,17	59,39 ± 23,73
CHO (g/kg)	3,27 ± 1,80	3,42 ± 1,68	3,13 ± 1,91	3,64 ± 0,94	3,62 ± 1,19	3,47 ± 0,46
PTN (g/kg)	1,65 ± 0,57	1,60 ± 0,55	1,56 ± 0,62	1,53 ± 0,98	1,61 ± ,86	1,60 ± 0,61
LIP (g/kg)	0,82 ± 0,31	0,86 ± 0,42	0,71 ± 0,28	0,83 ± 0,36	0,86 ± 0,47	0,72 ± 0,32

Valores apresentados como médias e desvio padrão; CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína; GET = Gasto energético total; VET = Valor energético total; CHO = Carboidrato; PTN = Proteína; LIP = Lipídio

Estão dispostos na Figura 1 os dados relacionados ao tempo de conclusão do exercício nos diferentes momentos, sendo possível observar que, apesar de não haver diferença estatística significativa entre os grupos (CAF vs. PLA masc. $p = 1,00$; CAF vs. PLA fem. $p = 1,00$) há uma redução no tempo de conclusão, sendo o menor tempo de conclusão no momento em que receberam a cafeína, para os dois grupos, destacando a maior redução do grupo feminino (Δ CAF = -9,84%; Δ PLA = -11,86%).

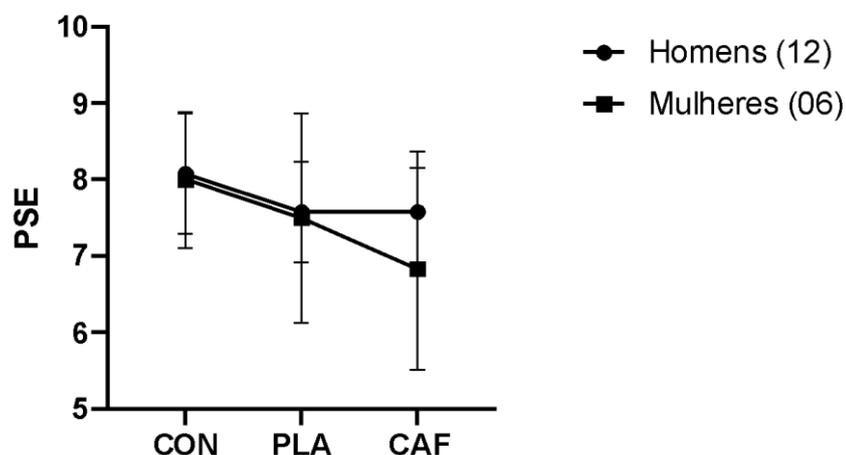


s* = Segundos; CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína

Figura 1 – Tempo de conclusão do “benchmark” “Diane” realizado por homens e mulheres praticantes de CrossFit® nos três diferentes momentos.

A ingestão de cafeína e placebo reduziram a percepção subjetiva de esforço de forma semelhante nas sessões, sem apresentar diferença estatística significativa entre os grupos (CAF vs. PLA masc. $p = 1,00$; CAF vs. PLA fem. $p = 1,00$), entretanto, observa-

se uma redução acentuada da PSE no grupo feminino ao receberem a cafeína (Figura 2), correspondendo a $\Delta = -10,98\%$ em relação aos homens.



PSE = Percepção Subjetiva de Esforço; CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína

Figura 2 – Percepção subjetiva de esforço após a realização do “benchmark” “Diane” por homens e mulheres praticantes de CrossFit® nos três diferentes momentos.

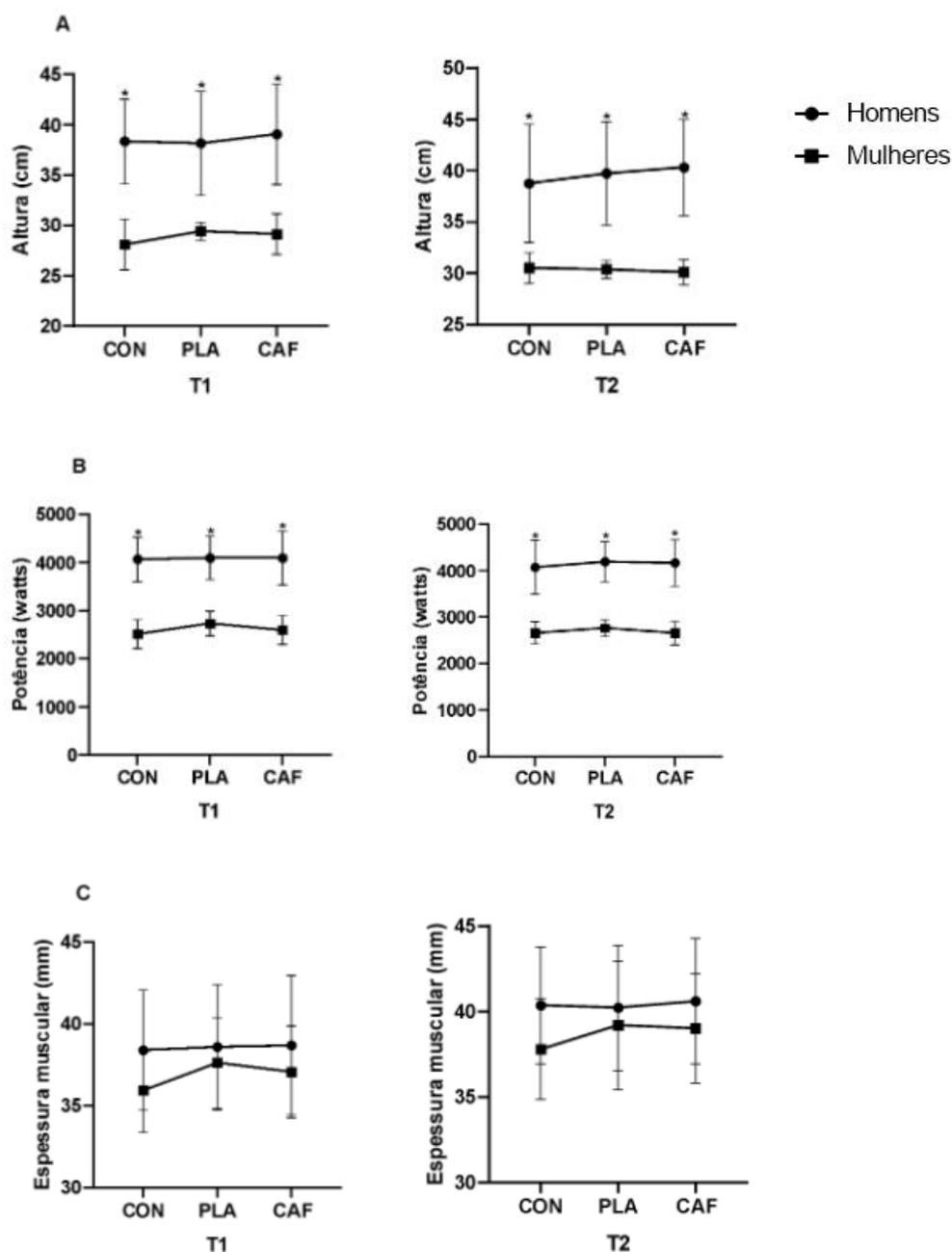
É possível observar que houve redução nos valores da DOMS (Tabela 3) tanto quando houve a ingestão de placebo quanto de cafeína, entretanto, nota-se que a ingestão de cafeína proporcionou redução maior nos dois grupos, principalmente no grupo feminino, mesmo sem apresentar diferença estatística significativa ao comparar os grupos (homens vs. mulheres).

Tabela 3 – Valores da dor muscular de início tardio (DOMS) percebido até 72 horas após a realização do WOD “Diane” por homens e mulheres praticantes de CrossFit® nos três diferentes momentos.

	CON			PLA			CAF		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Homens (12)	3,91 ± 2,77	3,33 ± 3,28	1,75 ± 3,04	0,83 ± 1,49	1,33 ± 1,61	0,16 ± 0,77	1,33 ± 1,52	0,66 ± 2,49	0,33 ± 0,57
Mulheres (06)	4,00 ± 1,41	3,00 ± 1,26	0,50 ± 0,83	2,66 ± 1,94	2,00 ± 1,83	0,66 ± 0,40	1,83 ± 3,07	1,16 ± 2,75	0,16 ± 1,03
p	0,85	0,92	0,52	0,14	0,45	0,19	0,58	0,47	0,88
Δ	-0,02	0,11	2,5	-0,27	-0,43	1,00	-0,69	-0,33	-0,75

CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína

Em relação aos parâmetros neuromusculares, observou-se diferença estatística significativa entre os dois grupos tanto na altura (Figura 3A) quanto na potência (Figura 3B) dos saltos realizados, ($p < 0,05$) antes e após o “benchmark” “Diane”, em todos os momentos avaliados, além de ocorrer um aumento na altura dos saltos realizados após o exercício, principalmente quando é feita a ingestão de cafeína no grupo masculino. Enquanto o comportamento da morfologia muscular (Figura 3C) se mantém semelhante em todos os momentos, para os dois grupos, sem apresentar diferença estatística significativa ($p > 0,05$) ou influência da cafeína na espessura dos músculos isquiotibiais.



CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína; T1 = antes do WOD; T2= após o WOD; cm= centímetros; mm= milímetros

Figura 3 – Diferença na altura (A) e potência (B) do salto, e na morfologia muscular (C) antes (T1) e após (T2) a realização do “*benchmark*” “*Diane*” nos diferentes momentos, por homens e mulheres praticantes de CrossFit® do município de Lavras-MG.

Não foi encontrada diferença estatística ($p > 0,05$) nas comparações entre os grupos (homens *vs.* mulheres) em nenhuma das variáveis analisadas em relação aos testes experimentais (caféina *vs.* placebo). Além disso, pode-se observar o comportamento semelhante em ambos os grupos ao receberem a caféina, de modo que é possível observar que, dentre as principais variações, destaca-se a diferença no tempo e da PSE do grupo feminino.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da caféina em relação às variáveis de desempenho e as possíveis variações relacionadas às diferenças sexuais em homens e mulheres praticantes de CrossFit®. Além deste ser um tema pouco descrito na literatura científica, por haver um número escasso de estudos que avaliam a suplementação de caféina no público feminino, existem também poucos estudos que utilizam o CrossFit® como modelo experimental, sendo este um dos poucos estudos onde são reunidas as respectivas temáticas.

Nossos resultados demonstraram que a ingestão de 210mg de caféina uma hora antes de iniciar o “*benchmark*” “*Diane*” proporcionou melhora no desempenho dos participantes, em relação ao controle e placebo, uma vez que além de concluir em menor tempo (Figura 1), ocorre uma redução na PSE do grupo feminino (Figura 2). Contudo, não observamos diferença significativa em relação a recuperação pós exercício (homens *vs.* mulheres), e apesar da diferença significativa na altura e potência dos saltos entre o grupo, a caféina não demonstrou influência na potência dos membros inferiores. Além dos resultados relacionados à caféina, as avaliações dietéticas evidenciam baixa ingestão energética, bem como ingestão inadequada de macronutrientes.

A baixa ingestão energética pode ser um fator preocupante, uma vez que já existem dados importantes na literatura descrevendo sobre suas consequências no meio esportivo, como o surgimento de RED-S. Além disso, ao levarmos em consideração as recomendações da International Society of Sports Nutrition (ISSN) (KERKSICK et al.,

2018), vemos que a deficiência é provocada principalmente pelo baixo consumo de carboidratos. Enquanto a recomendação diária de proteína pode variar de 1,4 a 2 g/kg/dia (~1,60 g/kg/dia para homens e 1,58 g/kg/dia para mulheres) e de lipídios de 0,5 a 1 g/kg/dia (~79 g/kg/dia para homens e 0,80 g/kg/dia para mulheres), a de carboidratos equivale de 5 a 8 g/kg/dia (~3,27 g/kg/dia para homens e 3,57 g/kg/dia para mulheres). Contudo, atualmente encontramos na literatura científica somente um pequeno número de estudos que abordam estratégias nutricionais destinadas aos praticantes de CrossFit, como demonstrado em revisões que abordam a temática (DE SOUZA et al., 2021). Além disso, já foi destacado por outros autores as inadequações quanto a ingestão energética, observada em seus estudos cuja base populacional era composta por praticantes de CrossFit® (MOUNTJOY et al., 2018; GOGOJEWICZ; ŚLIWICKA; DURKALEC-MICHALSKI, 2020),

No que diz respeito a suplementação de cafeína no CrossFit®, enquanto nosso estudo observou a redução no tempo de conclusão do “*benchmark*”, outros dois estudos em que buscaram avaliar os efeitos de 5 e 6 mg/kg de cafeína em diferentes protocolos não observaram melhora no desempenho, número de repetições ou PSE ao comparar com a suplementação de placebo (FOGAÇA et al., 2019; STEIN; RAMIREZ; HEINRICH, 2020). Contudo, ao se tratar de estudos cujo modelo era composto por treinamento resistido, resultados positivos foram encontrados ao suplementar cafeína em homens e mulheres treinados, levando a um aumento no número total de repetições, redução da PSE e fadiga muscular realizadas ao somar todos os exercícios realizados (CHEN et al., 2015, 2019; DUNCAN; OXFORD, 2011; GRGIC et al., 2018).

Em nosso estudo não foi observada diferença significativa entre os grupos (homens vs mulheres) nos valores de DOMS até 72 horas após o WOD, independente da suplementação (controle vs. cafeína vs. placebo), apesar de ser demonstrada uma leve redução nos valores após a suplementação de cafeína e também placebo. Fogaça et al., (2019) também não observou influência da cafeína nos valores de DOMS após a realização de um WOD, mas, já foi demonstrado por outros autores que a cafeína seria capaz de reduzir os valores de DOMS após o exercício, como caso de Chen et al., (2019), que observou redução significativa de DOMS em homens (21,5%) e mulheres (4,6%). Corroborando com esse achado, Loureiro et al., (2021), observaram em seu estudo que a ressíntese de glicogênio muscular após o exercício se mostrou aumentada para aqueles

que realizaram a ingestão de cafeína (proveniente da bebida infundida do café) junto a uma refeição rica em carboidratos, em relação àqueles que não ingeriram a cafeína.

Apesar da diferença estatística entre os grupos (homens *vs.* mulheres) em relação às variáveis do CMJ, não é observada influência da cafeína nesse sentido (controle *vs.* placebo *vs.* cafeína), apesar de ocorrer aumento na altura dos saltos após o “*benchmark*” “*Diane*”. Ao contrário do nosso achado, outros autores observaram uma redução na altura dos saltos após WOD’s de CrossFit®, mas de forma semelhante, não observaram efeito positivo da cafeína nesses parâmetros (FOGAÇA et al., 2019). Por outro lado, Santos-Mariano et al., (2019) observaram que a ingestão de cafeína melhorou os aspectos relacionados ao CMJ após protocolos de treinamento resistido de membros inferiores até 72 horas após o treinamento. Além disso, o WOD pode ter atuado na potência pós ativação (PPA), justificando os dados da espessura muscular, uma vez que ao aumentar os valores da espessura muscular, pode indicar aumento da atividade daquela região (GARBUSU-HUALDE; SANTOS-CONCEJERO, 2021).

É possível que essa ampla variedade nos resultados observados, e principalmente a ausência de resultados positivos em relação ao CrossFit® e a cafeína, possa estar relacionado a alta variabilidade presente nos WOD’s da modalidade, isso porque o perfil do seu treinamento reúne diversos exercícios físicos, que utilizam diferentes estímulos para sua execução, bem como recrutam diversos músculos, diferentemente do exercício resistido, onde é possível isolar determinado músculo através de movimentos específicos. Portanto, é importante levar todos esses fatores em consideração ao avaliar os resultados observados na modalidade, uma vez que a “diferença” no desempenho pode se manifestar de diversas formas. Além disso, nosso estudo contou com limitações, tais como um baixo N amostral, principalmente por parte do grupo feminino, bem como a suplementação de cafeína não foi realizada de forma relativa ao peso (mg/kg).

5. CONCLUSÃO

A ingestão aguda de 210 mg de cafeína se mostrou eficaz em melhorar o desempenho de praticantes de CrossFit® ao realizarem um “*benchmark*” da modalidade, reduzindo o tempo de conclusão dos dois grupos, com maior redução no grupo feminino, bem como redução da PSE, indicando maior benefício por parte das mulheres praticantes de CrossFit® ao suplementar a cafeína, sem alterar de forma significativa os demais parâmetros. Além disso, a avaliação dietética demonstrou que praticantes de CrossFit® apresentam baixa ingestão energética em relação às recomendações e as estimativas de necessidades diárias, podendo ser este um fator de influência no desempenho desses indivíduos. Apesar de nossos achados, este é um dos poucos estudos que comparam a diferença dos efeitos da cafeína entre os sexos, bem como sua aplicação no CrossFit®, uma vez que existem poucos estudos na literatura que abordam a temática.

REFERÊNCIAS

- ASTORINO, T. A.; ROHMANN, R. L.; FIRTH, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 2, p. 127–132, 2008.
- BORG, G. A. V. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Human kinetics. 1998.
- BRUNETTO, D.; RIBEIRO, J. L.; FAYH, A. P. T. Efeitos do consumo agudo de cafeína sobre parâmetros metabólicos e de desempenho em indivíduos do sexo masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, p. 171–175, 2010.
- CHEN, H.-Y. et al. Effects of gender difference and caffeine supplementation on anaerobic muscle performance. **International journal of sports medicine**, v. 36, n. 12, p. 974–978, 2015.
- CHEN, H.-Y. et al. Effects of caffeine and sex on muscle performance and delayed-onset muscle soreness after exercise-induced muscle damage: a double-blind randomized trial. **Journal of Applied Physiology**, v. 127, n. 3, p. 798–805, 2019.
- CLAUDINO, J. G. et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, v. 4, n. 1, p. 1–14, 2018.
- DE SOUZA, R. A. S. et al. A systematic review of CrossFit® workouts and dietary and supplementation interventions to guide nutritional strategies and future research in CrossFit®. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 31, n. 2, p. 187–205, 2021a.
- DE SOUZA, R. A. S. et al. A systematic review of CrossFit® workouts and dietary and supplementation interventions to guide nutritional strategies and future research in CrossFit®. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 31, n. 2, p. 187–205, 2021b.
- DEL COSO, J. et al. Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. **International journal of sports physiology and performance**, v. 9, n. 6, p. 1013–1018, 2014.
- DUNCAN, M. J.; OXFORD, S. W. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 178–185, 2011.
- FEITO, Y. et al. High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. **Sports**, v. 6, n. 3, p. 76, 2018.
- FOGAÇA, L. J. et al. Effect of caffeine supplementation on exercise performance, power, markers of muscle damage, and perceived exertion in trained CrossFit men: a

randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 2, p. 181–188, 2019.

GANIO, M. S., et al. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 315–234, 2009.

GARBISU-HUALDE, A.; SANTOS-CONCEJERO, J. Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. **Journal of Human Kinetics**, v. 78, p. 141, 2021.

GLASSMAN, G. Benchmark Workouts. **CrossFit Journal**, n. 13, p. 1–5, 2003.

GLASSMAN, G. What is crossfit. **The CrossFit Journal**, v. 56, p. 1–7, 2004.

GOGOJEWICZ, A.; ŚLIWICKA, E.; DURKALEC-MICHALSKI, K. Assessment of dietary intake and nutritional status in CrossFit-trained individuals: A descriptive study. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 13, p. 4772, 2020.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. / Caffeine et exercice: métabolisme, endurance et performance. **Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 785–807, 2001.

GRGIC, J. et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2018.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

HECKMAN, M. A.; WEIL, J.; DE MEJIA, E. G. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. **Journal of food science**, v. 75, n. 3, p. R77–R87, 2010.

KERKSICK, C. M. et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–57, 2018.

LOUREIRO, L. M. R. et al. Coffee Increases Post-Exercise Muscle Glycogen Recovery in Endurance Athletes: A Randomized Clinical Trial. **Nutrients**, v. 13, n. 10, p. 3335, 2021.

MOUNTJOY, M. et al. International Olympic Committee (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 28, n. 4, p. 316–331, 2018.

SANTOS-MARIANO, Ana C. et al. Effect of caffeine on neuromuscular function following eccentric-based exercise. **PloS one**, v. 14, n. 11, p. e0224794, 2019.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In. J. Brozek & A. Hanschel. (Eds). **Techniques for measuring body composition**, 1961.

STEIN, J. A.; RAMIREZ, M.; HEINRICH, K. M. Acute caffeine supplementation does not improve performance in trained CrossFit® athletes. **Sports**, v. 8, n. 4, p. 54, 2020.

TALLIS, J.; YAVUZ, H. C. M. The effects of low and moderate doses of caffeine supplementation on upper and lower body maximal voluntary concentric and eccentric muscle force. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 3, p. 274-281, 2018.

**ARTIGO 2: EFEITOS DE UMA DOSE BAIXA DE CAFEÍNA NOS
PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO DE PRATICANTES
DE CROSSFIT®**

Artigo para submissão à revista científica *Sports Medicine and Health Science* (SMHS)

EFEITO DE UMA DOSE BAIXA DE CAFEÍNA NOS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES E DESEMPENHO DE PRATICANTES DE CROSSFIT®

Resumo: A cafeína faz parte de um grupo de estimulantes do sistema nervoso central, que mesmo em doses baixas é capaz de provocar respostas fisiológicas interessantes, desse modo, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de uma pequena dose de cafeína (210 mg) em parâmetros neuromusculares e de desempenho de praticantes de CrossFit após realizarem um treinamento específico da modalidade. A amostra foi composta por 18 praticantes de CrossFit, sendo 12 homens e 6 mulheres, eles realizaram um “*benchmark*” chamado “Diane”, que é composto por levantamento terra e flexão vertical, o “*benchmark*” foi realizado três vezes no total, sendo o primeiro realizado afins de controle, e os seguintes utilizando o suplemento de cafeína e placebo, realizada 1 hora antes de iniciar o treinamento. O desempenho foi avaliado a pelo tempo de conclusão e potência muscular, avaliada pelo CMJ antes e após o treinamento, bem como foram coletados os dados de PSE, DOMS, morfologia muscular, desidratação e frequência cardíaca. Nossos resultados indicaram, principalmente, uma redução significativa nos valores de DOMS 24 horas após o treinamento somente para os homens (CON vs. CAF $p = 0,002$; CON vs. PLA $p = 0,011$), além disso, foi observado redução no tempo de conclusão de ambos os grupos ao receberem a cafeína ($\Delta = -18,7\%$) em relação ao placebo, e da PSE para o grupo feminino ($\Delta = -24,8\%$) em relação ao placebo, apesar de não ter sido demonstrada influência da cafeína nos parâmetros de potência e espessura muscular, desidratação e frequência cardíaca. Como conclusão, apontamos o efeito da cafeína em proporcionar redução no tempo de conclusão do protocolo, sendo um potencial recurso ergogênico para praticantes da modalidade.

Palavras-chave: recuperação; exercício físico; benchmarking; crosstraining; ingestão alimentar.

Abstract: Caffeine is part of a group of central nervous system stimulants, which even in low doses is capable of provoking interesting physiological responses, thus, the present study aims to evaluate the effect of a small dose of caffeine (210 mg) in neuromuscular and performance parameters of CrossFit practitioners after performing a specific training of the modality. The sample was composed by 18 CrossFit practitioners, 12 men and 6 women, they did a benchmark called "Diane", which is composed by land lifting and vertical flexion, the benchmark was done three times in total, being the first time done as a control, and the following ones using the caffeine supplement and placebo, done 1 hour before starting the training. The performance was evaluated by the completion time and muscle power, evaluated by the CMJ before and after the training, as well as PSE, DOMS, muscle morphology, dehydration, and heart rate data were collected. Our results mainly indicated a significant reduction in DOMS values 24 hours after training only for men (CON vs. CAF $p = 0.002$; CON vs. PLA $p = 0.011$), in addition, a reduction in completion time was observed for both groups when receiving caffeine ($\Delta = -18.7\%$) compared to placebo, and in PSE for the female group ($\Delta = -24.8\%$) compared to placebo, although no influence of caffeine on the parameters of muscle power and thickness, dehydration, and heart rate was demonstrated. As a conclusion, we point out the effect of caffeine in providing reduction in the protocol completion time, being a potential ergogenic resource for practitioners of this modality.

Keywords: recovery; exercise; benchmarking; crosstraining; food intake.

1. INTRODUÇÃO

A cafeína (3,5,7,trimetil-xantina) é um dos derivados da xantina, encontrado facilmente em diversos alimentos, dentre eles, se destacam as bebidas energéticas, refrigerantes, chocolate e principalmente o próprio café. Seu consumo é feito por grande parte da população, tornando-a a substância mais consumida no mundo inteiro. No meio esportivo, a cafeína é utilizada como recurso ergogênico por diversos atletas, uma vez que existem vários estudos que sustentam sua capacidade de melhorar o desempenho físico em diferentes modalidades. Isso se deve ao fato de a cafeína ser capaz de bloquear os receptores de adenosina, devido às suas semelhanças estruturais. Logo, esse bloqueio permite que a liberação de neurotransmissores seja mantida, bem como a excitação do sistema nervoso central (SNC), influenciando positivamente no exercício físico através de diferentes parâmetros, aumentando a força e potência muscular, atrasando da fadiga e aumentando a tolerância a dor ou reduzindo a percepção de esforço (FIGURE et al., 2018; GRAHAM, 2001; SINCLAIR; GEIGER, 2000).

Pensando naqueles que buscam melhorar seu desempenho, destaca-se o CrossFit®, uma modalidade cujo objetivo central é o aumento das capacidades físicas a fim de tornar seus praticantes individuais altamente condicionados. A modalidade surgiu nos anos 90, e atualmente vem crescendo cada vez mais, aumentando o número de adeptos e ganhando espaço ao redor do mundo. A principal característica da modalidade é seu elevado grau de intensidade e dificuldade, pois em seus protocolos de treinamento, chamados de “workout of the day” (WOD), são reunidos diversos exercícios com diferentes características metabólicas, como exercícios de força, tais como levantamento de peso olímpico, calistenia, como barra fixa, agachamentos, flexões, exercícios aeróbios, como corrida e sprints, e movimentos ginásticos, como argola olímpica. Todos esses elementos são reunidos de diferentes formas, compondo uma sessão de treinamento, esse treinamento pode ser concluído por tempo, número de repetições, tempo fixo de duração, contando com intervalos curtos ou inexistentes para descanso (GLASSMAN, 2003, 2004; TIBANA; ALMEIDA; PRESTES, 2015)

Apesar da popularidade da cafeína e do CrossFit®, existe um número limitado de estudos que reúnem estes dois elementos. Desse modo, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de 210 mg de cafeína em praticantes

regulares de CrossFit® ao realizarem um dos protocolos de treinamento específico da modalidade, nas variáveis físicas de desempenho e recuperação muscular.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostra

A amostra foi composta por uma base populacional de praticantes regulares de CrossFit® de ambos os sexos no município de Lavras-MG, para inclusão dos voluntários em nosso estudo era necessário idade igual ou superior a 18 anos e prática regular da modalidade (CrossFit®) a pelo menos 1 ano, e os critérios de exclusão adotados foram presença lesões osteomusculares, portadores de doenças crônicas não transmissíveis, tais como doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, gravidez, tabagismo, uso de esteroides anabolizantes ou de medicamentos anti-inflamatório, e consumo médio de cafeína superior a 210 mg por dia.

Foi calculada uma amostra para um poder estatístico de 95%, erro alfa de 5% (análise bicaudal), e tamanho do efeito de 0,720, utilizando o software estatístico G*Power, resultando em 28 participantes, onde seriam 14 do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Após a seleção, obteve-se um N de 26 voluntários (15 homens e 11 mulheres), devido a perda amostral (6 desistências e 2 não concluíram o WOD) a amostra final foi composta por um N de 18 indivíduos, (12 homens e 6 mulheres). Que após análise, obteve-se tamanho de efeito médio de 0,902 para esse N.

2.2. Randomização e cegamento

Todos os procedimentos relacionados à distribuição e divisão dos grupos a receberem a cafeína e o placebo foram realizados por um professor da Universidade Federal de Lavras que não participou da coleta de dados da pesquisa, de modo que nenhum dos pesquisadores ou os voluntários obtivessem informações quanto à suplementação utilizada. A escolha da ordem da suplementação foi feita de forma aleatória, através dos nomes dos voluntários, fazendo o balanceamento para igualar os

grupos. Os suplementos foram entregues em envelopes idênticos, identificados somente com o nome e o momento da administração.

2.3. Desenho experimental

Nosso estudo se trata de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo crossover conduzido pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Respostas Neuromusculares (GEPREN) da Universidade Federal de Lavras. Toda a pesquisa contou com um total de quatro encontros, sendo o primeiro contato realizado somente para convite e seleção, bem como assinatura do TCLE. Os demais encontros foram realizados para realização dos procedimentos experimentais. No primeiro teste, os procedimentos experimentais foram realizados sem a administração de qualquer substância, de modo que a administração de cafeína e placebo fosse realizada somente nos encontros posteriores, a fim de eliminar qualquer viés de aprendizado do estudo. Entre o primeiro e segundo teste foi dado um intervalo de 72 horas, enquanto o segundo e terceiro contou com um intervalo de 1 semana entre eles. Todos os encontros e testes foram realizados no mesmo local e horário, utilizando o mesmo ambiente e condições para realização do exercício e dos testes realizados.

2.4. Procedimentos

2.4.1. Antropometria

Obteve-se a estatura utilizando um estadiômetro vertical Sanny®, o peso por uma balança Welmy® com precisão de 0,1 kg. Estimou-se o percentual de gordura com base na equação de Siri (1961), utilizando o protocolo de 3 dobras de Pollock (1985). As dobras utilizadas para os homens foram o ponto médio da coxa, abdominal, e peitoral, enquanto para as mulheres utilizou-se as dobras do ponto médio da coxa, tricipital e supra ilíaca. As medidas foram aferidas por meio de um ultrassom da marca Bodymetrix®.

2.4.2. Ingestão dietética e cafeína

Para avaliar e controlar a ingestão dietética dos voluntários ao longo do período, foram coletados três recordatórios 24 horas (R24h). A aplicação dos recordatórios era realizada no início do encontro, antes de dar início aos testes. A coleta dos recordatórios foi realizada por um profissional nutricionista, que conduziu e orientou todos os voluntários a informar todos os alimentos ingeridos no dia anterior ao teste, bem como todos os produtos contendo cafeína. A avaliação dos R24h foi realizada por meio do software de nutrição DietBox®, e a quantificação de cafeína com base nos dados descritos por REF. Os voluntários foram orientados a manter o padrão alimentar habitual em todos os dias enquanto a pesquisa estivesse em andamento, minimizando o máximo de variações possíveis.

2.4.3. Suplementação experimental

Os suplementos (210mg de cafeína e 210 mg de maltodextrina) foram manipulados em uma farmácia de manipulação local. Foi solicitado que fossem envasados em cápsulas idênticas, a fim de impedir a identificação das mesmas, na cor branca, de modo que não gerasse qualquer estímulo visual aos voluntários.

Os suplementos eram entregues aos voluntários somente no local da pesquisa, sendo administrados 60 minutos antes de dar início ao exercício junto a um copo de água (GRAHAM, 2001). Durante esse período, os voluntários foram orientados a permanecerem em repouso no local até o momento de dar início aos procedimentos.

2.4.4. Exercício experimental

O modelo de exercício utilizado foi o “*benchmark*” “*Diane*”, seguindo os critérios estabelecidos pela CrossFit®. Neste “*benchmark*”, os participantes executaram dois exercícios, o de levantamento terra (deadlift), com carga padronizada equivalente a 100kg para os homens, e 60kg para mulheres, e a flexão vertical (handstand push-up), divididos em 3 rounds, cada round com número de repetições equivalentes a 21, 15 e 9, para cada exercício, que devem ser realizados de forma alternada e consecutiva. Este WOD não possui tempo limite de conclusão, devendo ser concluído no menor tempo possível

(GLASSMAN, 2003). Para monitorar o tempo de conclusão foi utilizado um cronômetro digital, de modo que os participantes não acessarem essa informação até o final da pesquisa.

2.4.5. PSE e DOMS

Obteve-se a percepção de esforço (PSE) pela escala CR10 de Borg 5 minutos após a conclusão da sessão, onde o participante relatou o nível de esforço gerado pelo exercício em uma escala de 0 a 10, sendo 0 esforço mínimo, e 10 esforço máximo (BORG, 1998; FOGAÇA et al., 2019).

Os músculos alvo para avaliar a dor muscular de início tardio (DOMS) foram os isquiotibiais, localizados nos posteriores da coxa, sua escolha se justifica pelo alto recrutamento da região pelo exercício de levantamento terra, para avaliar a presença de dor, os voluntários foram orientados a flexionar e estender as pernas, bem como apalpar levemente a região, para classificação da dor, utilizou-se uma Escala Visual Analógica (EVA), que os permitia expressar a dor através de valores numéricos, sendo 0 “sem dor” e 10 “dor insuportável”. A avaliação foi realizada nos períodos de 24, 48 e 72 horas após o treinamento (PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012; UMBEL et al., 2009).

2.4.6. Desidratação

A avaliação da desidratação foi realizada a partir da diferença do peso antes e após o exercício, utilizando a fórmula: $(\text{Peso inicial (kg)} + \text{Líquido ingerido (L)} - \text{Peso Final (kg)}) = \text{Desidratação total (L)}$

O peso foi aferido 5 minutos antes e 5 minutos após a finalização do protocolo, utilizando o mínimo de roupas possíveis, a fim de reduzir as variações provocadas no peso. Foi permitido a ingestão de água ad libitum pelos voluntários, contudo, seu controle era feito a partir de um copo de volume conhecido, permitindo que houvesse a quantificação exata do volume de água ingerido. Os voluntários foram orientados a urinar, caso possuíssem vontade, antes das pesagens.

2.4.7. Espessura muscular

Utilizou-se o ultrassom da marca Bodymetrix® para analisar a espessura muscular dos músculos do posterior de coxa (isquiotibiais), onde, através do software Bodyview® permite projetar linhas para mensuração da espessura muscular, após marcar os pontos de referências entre gordura subcutânea e a parte óssea, sendo utilizada a maior medida do ventre muscular.

2.4.8. Salto contramovimento

A potência dos membros inferiores foi avaliada a partir do salto contramovimento (CMJ), o salto foi realizado 10 minutos antes de iniciar o exercício e 5 minutos após a conclusão. Para isso, foi utilizado a plataforma de salto CEFISE® que através do software PEAKPower® é capaz de medir a altura e a potência dos saltos. Foram realizados três saltos em cada momento, e registrado o salto com maior valor, para realizar os saltos, os voluntários permaneciam de pé na plataforma, com as duas mãos posicionadas na cintura, realizavam meio agachamento e saltavam a maior altura possível, mantendo todo o corpo estendido, sem flexionar a perna e os pés, ou retirar as mãos da cintura.

2.4.9. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada por meio de um monitor cardíaco da marca Garmin® para se obter o valor de FC de repouso e FC máxima ($FC_{máx}$) atingida durante o exercício. Para obter o valor de FC de repouso, os voluntários foram instruídos a permanecerem deitados, realizando o mínimo ou nenhum esforço durante 5 minutos, sendo registrado o menor valor alcançado nesse período. Para FC_{pico} , foi utilizado o maior valor alcançado durante a realização do exercício. Para estimar a $FC_{máx}$ teórica, utilizou-se a fórmula de Tanaka, Monahan & Seals, (2001): $220 - Idade = FC_{máx}$ Teórica.

2.4.10. Efeitos colaterais

Para verificar a presença de efeitos colaterais, foi aplicado um questionário onde os voluntários foram orientados a indicar o surgimento de qualquer sintoma após a ingestão do suplemento, bem como identificar o suplemento ingerido com base na percepção individual. A aplicação do questionário foi realizada antes e após o exercício.

2.5. Análise estatística

Análise dos dados com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a normalidade da amostra utilizou-se o teste de Shapiro Wilk, como a distribuição detectada não foi homogênea, utilizou o teste anova two-way com post hock de Scheffe para comparação das variáveis entre os diferentes momentos (Controle, Cafeína e Placebo). Foi realizada além de comparação das médias, o delta de variação (Δ) dos resultados. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os cálculos estatísticos foram feitos através do software estatístico SPSS® versão 25.0 e os gráficos plotados através do software Prism® versão 8.1

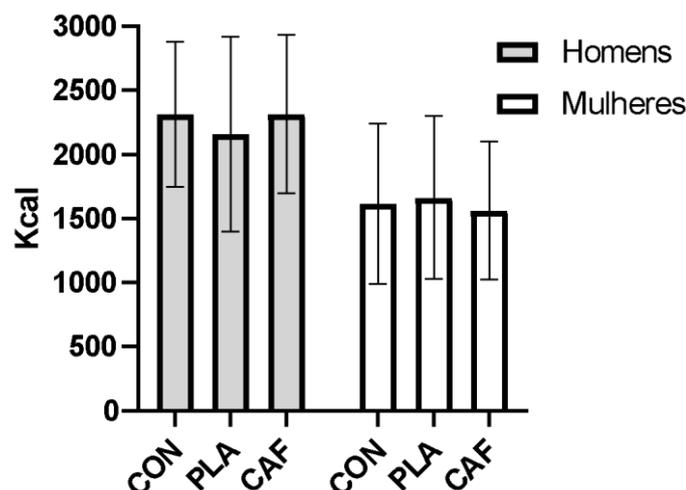
3. RESULTADOS

Estão dispostos na Tabela 1 os dados de caracterização dos voluntários apresentados na forma de média \pm desvio padrão (DP). Estão descritos os dados de idade, peso, altura, índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura (%G), frequência de treinamento semanal e ingestão média de cafeína.

Tabela 1 – Caracterização das variáveis antropométricas de praticantes de CrossFit® no município de Lavras-MG.

Variáveis	Homens (12)	Mulheres (06)	Geral (18)
Idade	27 \pm 5,31	30,17 \pm 8,89	28,22 \pm 6,46
Peso (kg)	83,83 \pm 12,63	64,78 \pm 4,90	77,48 \pm 13,72
Altura (m)	1,79 \pm 0,09	1,66 \pm 0,05	1,74 \pm 0,09
IMC (kg/m ²)	26,18 \pm 2,62	23,63 \pm 1,09	25,33 \pm 2,46
% de gordura	9,88 \pm 3,96	23,47 \pm 1,58	14,96 \pm 7,40
Frequência semanal	5,75 \pm 0,45	5,66 \pm 0,51	5,75 \pm 0,46
Cafeína (mg/dia)	49,00 \pm 49,69	24,63 \pm 21,59	41,18 \pm 47,09

Em relação a ingestão energética, os dados obtidos pelos R24h mostram que a média de ingestão energética dos voluntários se manteve padrão no decorrer da pesquisa, como demonstrado pela Figura 1, não demonstrando diferença estatística significativa entre os momentos avaliados (CON vs. PLA $p= 1,00$; CON vs. CAF $p= 1,00$; CAF vs. PLA $p= 1,00$)



Kcal= Calorias; CON = Controle; PLA = Placebo; CAF = Cafeína

Figura 1 –Ingestão calórica diária de homens e mulheres praticantes de CrossFit® nos dias anteriores aos testes experimentais.

Apesar de não ter sido demonstrada diferença estatística em relação ao tempo de conclusão ao comparar os grupos (controle vs. placebo vs. cafeína) (CON vs. PLA: homens $p = 0,83$; mulheres $p = 0,96$; CON vs. CAF: homens $p = 0,68$; mulheres $p = 0,96$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$), ambos os grupos reduziram o tempo de conclusão ao suplementar o placebo ou cafeína, em relação ao controle (Figura 2), contudo, ao considerar os valores médios do tempo de conclusão, é possível observar que a ingestão de cafeína proporcionou maior redução no tempo em relação aos demais momentos, principalmente para o grupo feminino, sendo que a redução na média correspondeu a $-71,33$ segundos em relação ao controle e $-13,83$ segundos em relação ao placebo, enquanto o grupo masculino teve redução de $-57,16$ segundos em relação ao controle e $-5,83$ segundos em relação ao placebo.

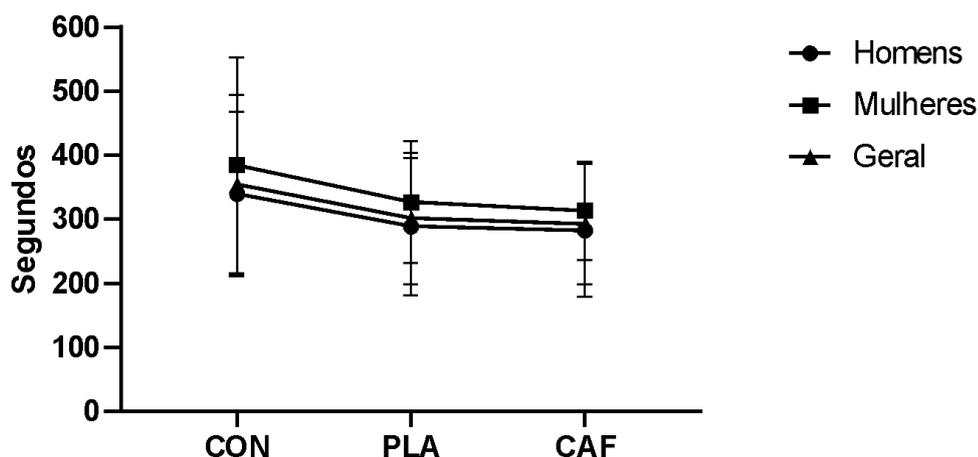


Figura 2 – Tempo de conclusão do “benchmark” “Diane” nos diferentes momentos de homens e mulheres praticantes de CrossFit do município de Lavras-MG.

A diferença na PSE entre os momentos não demonstrou significância estatística (CON vs PLA: homens $p = 0,34$; mulheres $p = 0,35$; CON vs CAF: homens $p = 0,34$; mulheres $p = 0,35$; CAF vs PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$), pode ser observado na figura 3 que ocorre uma redução nos valores da PSE ao administrar a cafeína ou placebo, em relação ao momento controle, destacando a redução do grupo feminino ao receber a cafeína, equivalente a -1,16 pontos em relação ao controle, e -0,66 pontos em relação ao placebo, enquanto o grupo masculino reduziu -0,5 pontos em relação ao controle e placebo.

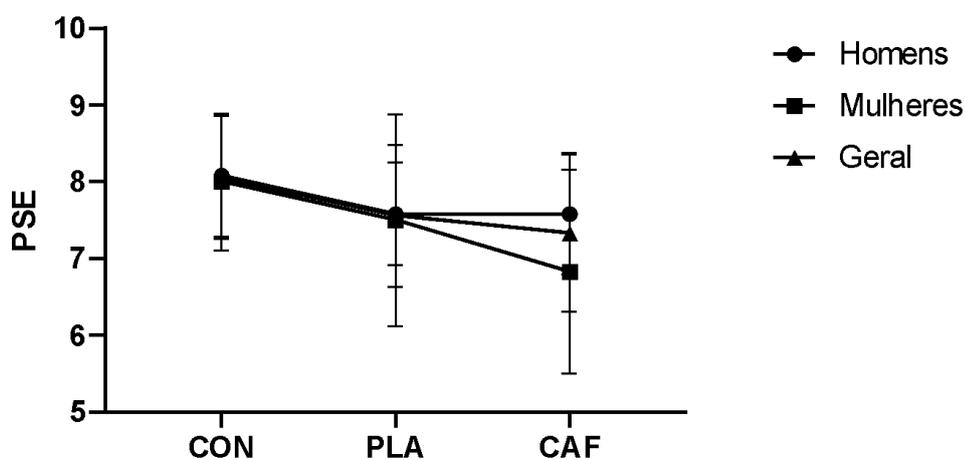
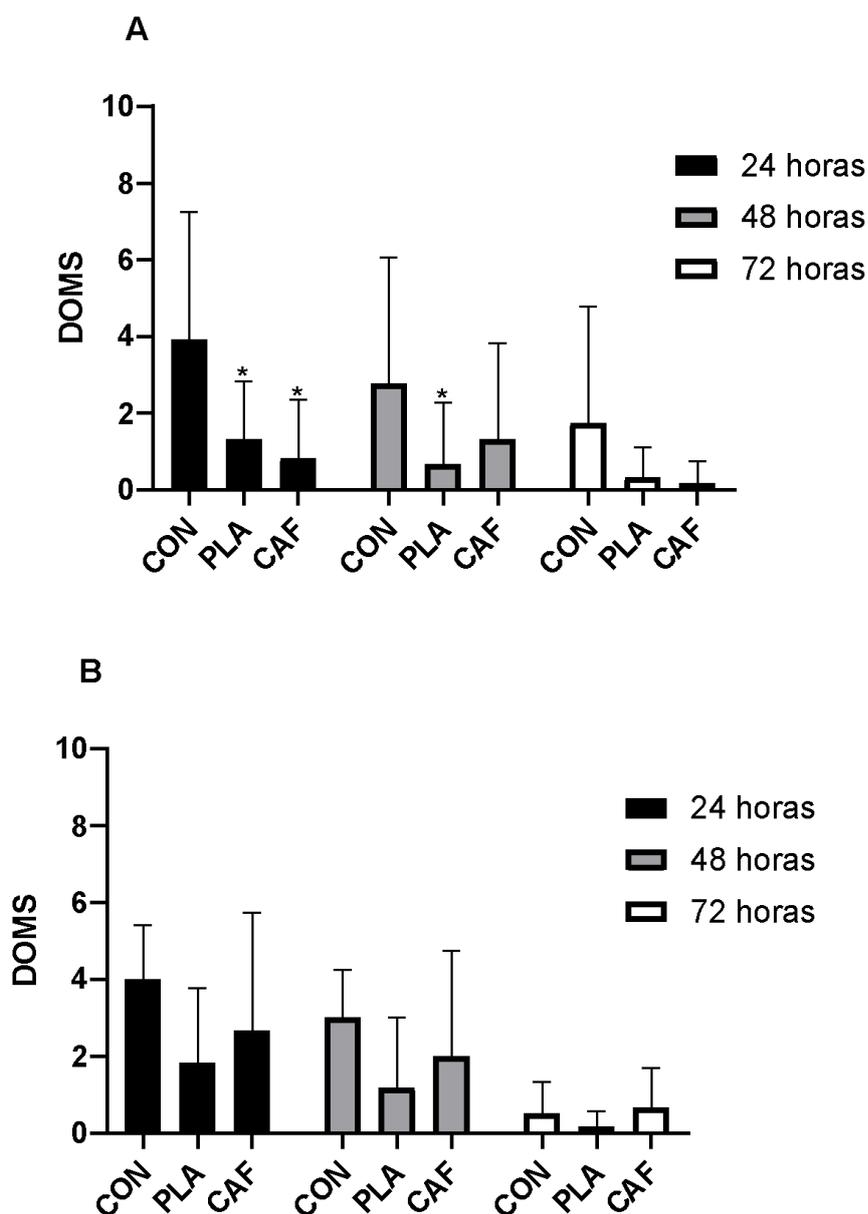


Figura 3 – Classificação da PSE após a conclusão do “benchmark” “Diane” de homens e mulheres praticantes de CrossFit® do município de Lavras-MG.

No grupo masculino, a DOMS 24 horas após o WOD reduziu significativamente tanto ao administrar placebo quanto cafeína (Figura 4A), mas sem diferença entre a administração de cafeína e placebo (CON vs CAF $p = 0,002$ / CON vs PLA $p = 0,011$ / CAF vs PLA $p = 1,00$). A DOMS de 48 horas mostrou diferença somente entre o momento controle e placebo ($p = 0,046$), sem diferença entre placebo e cafeína ($p = 1,00$) ou controle e cafeína ($0,193$). Já na DOMS de 72 horas, não houve diferença entre os momentos avaliados (CON vs CAF $p = 0,130$ / CON vs PLA $p = 0,207$ / CAF vs PLA $p = 1,00$). Já o grupo feminino (Figura 4B) não demonstrou nenhuma diferença significativa entre os momentos na DOMS de 24 horas (CON vs CAF $p = 0,965$ / CON vs PLA $p = 0,350$ / CAF vs PLA $p = 1,00$), de 48 horas (CON vs CAF $p = 1,00$ / CON vs PLA $p = 0,425$ / CAF vs PLA $p = 1,00$) ou 72 horas após o protocolo (CON vs CAF $p = 1,00$ / CON vs PLA $p = 1,00$ / CAF vs PLA $p = 0,893$).



*diferença estatística significativa entre os momentos; CON: Controle; PLA: Placebo; CAF: Cafeína.

Figura 4 – Classificação da DOMS nos diferentes momentos nas respectivas horas após a conclusão do “benchmark” “Diane” por homens (A) e mulheres (B) praticantes de CrossFit® no município de Lavras-MG.

A ingestão de cafeína não alterou a altura dos saltos (Figura 5) de forma significativa em relação aos diferentes momentos, antes (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$) e após o WOD (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA

homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$) para ambos os grupos, entretanto, é observado que ocorre um aumento na altura do salto após o exercício (Figura 5B), em relação à altura do salto antes do exercício (Figura 5A). Indicando maior ativação e aumento da potência dos membros inferiores após a realização do protocolo de exercício.

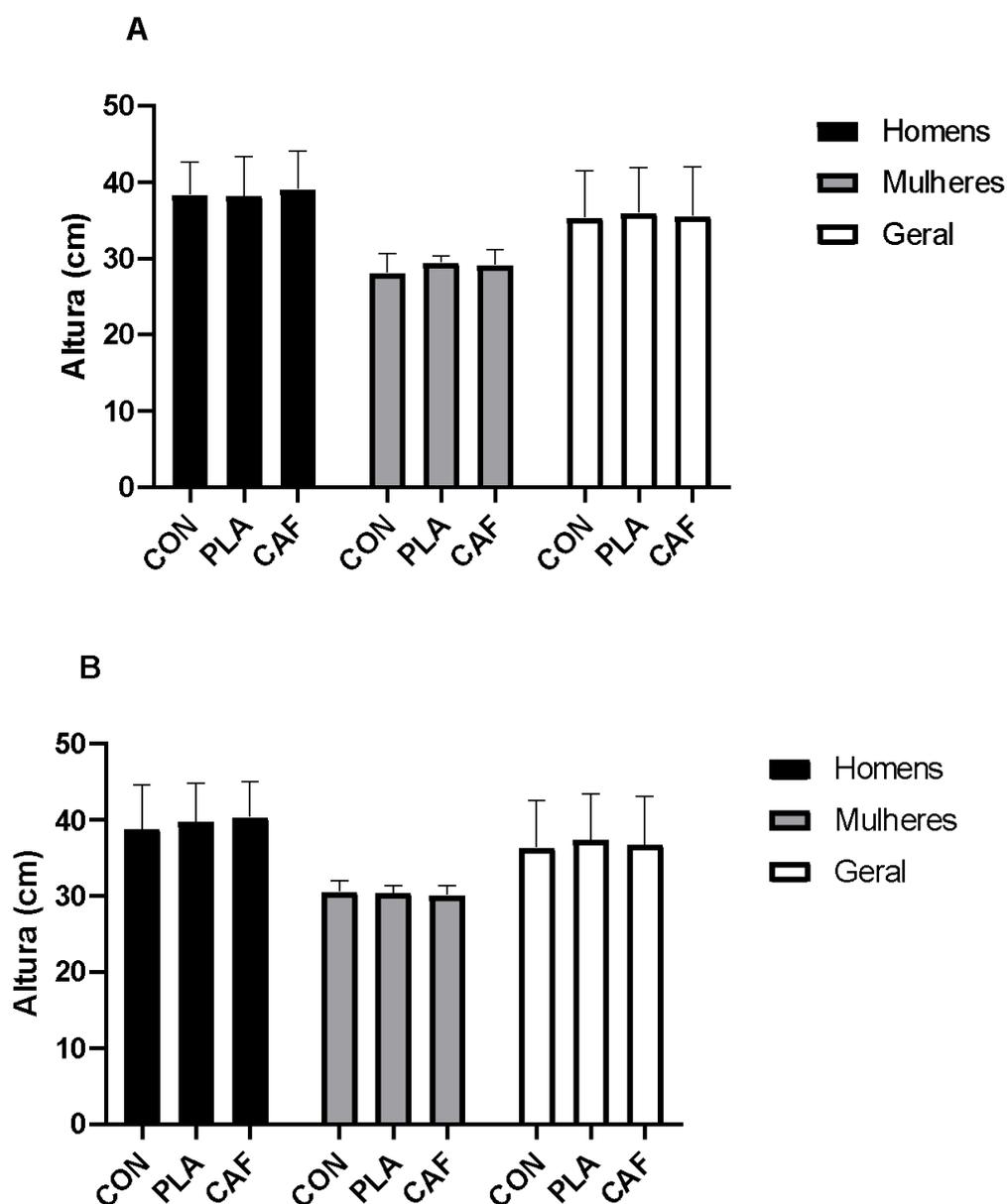


Figura 5 – Comparação da altura dos saltos realizados antes (A) e depois (B) do “benchmark” “Diane” nos diferentes momentos por praticantes de CrossFit® do município de Lavras-MG.

De forma semelhante aos dados observados em relação à altura do salto, pode-se observar um aumento na espessura muscular dos feixes musculares dos isquiotibiais após o WOD (Figura 6B), em relação ao momento anterior ao WOD (Figura 6A), mas, sem diferença significativa em relação ao uso da suplementação antes (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$) ou após o WOD (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$).

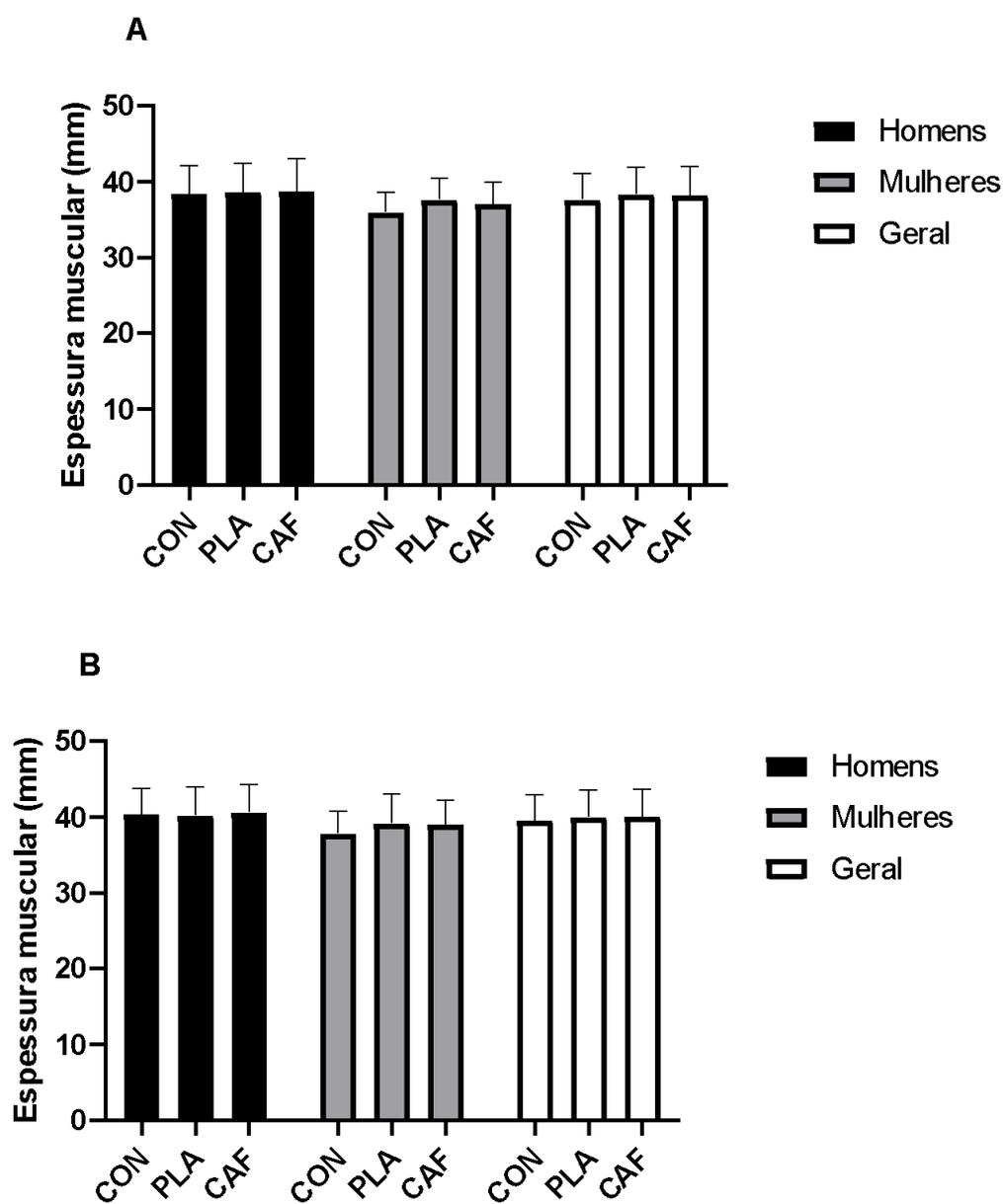


Figura 6 – Espessura dos músculos isquiotibiais antes (A) e após (B) a realização do “benchmark” “Diane” nos diferentes momentos por praticantes de CrossFit® no município de Lavras-MG.

Este WOD demonstrou provocar importante perda hídrica dos participantes, contudo, a cafeína não pareceu exercer influências significativas nesse sentido (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$), apesar de demonstrar maior média entre os momentos (CON: 402 ± 361 ml; PLA: 344 ± 186 ml; CAF: 484 ± 643). Na figura 7 é demonstrado o comportamento do peso dos voluntários antes e após o WOD, além disso, alguns indivíduos demonstram alteração positiva no peso nos diferentes momentos (CON: $n = 1$; PLA: $n = 1$; CAF: $n = 2$).

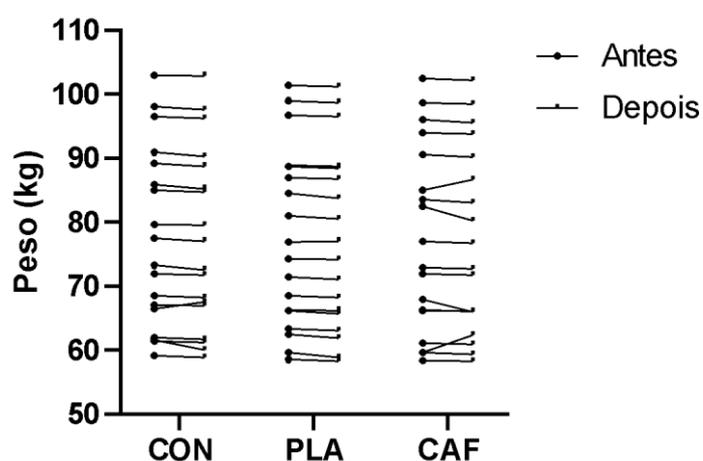


Figura 7 – Relação do peso antes e após a realização do “benchmark” “Diane” por praticantes de CrossFit® no município de Lavras-MG.

A ingestão aguda de cafeína não mostrou influência significativa nos valores da FC (CON vs. PLA: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CON vs. CAF: homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$; CAF vs. PLA homens $p = 1,00$; mulheres $p = 1,00$) seja de repouso ou pico, entretanto, o WOD elevou a FC a níveis muito elevados, alcançando valores próximos a $FC_{máx}$ teórica, como observado na Figura 8.

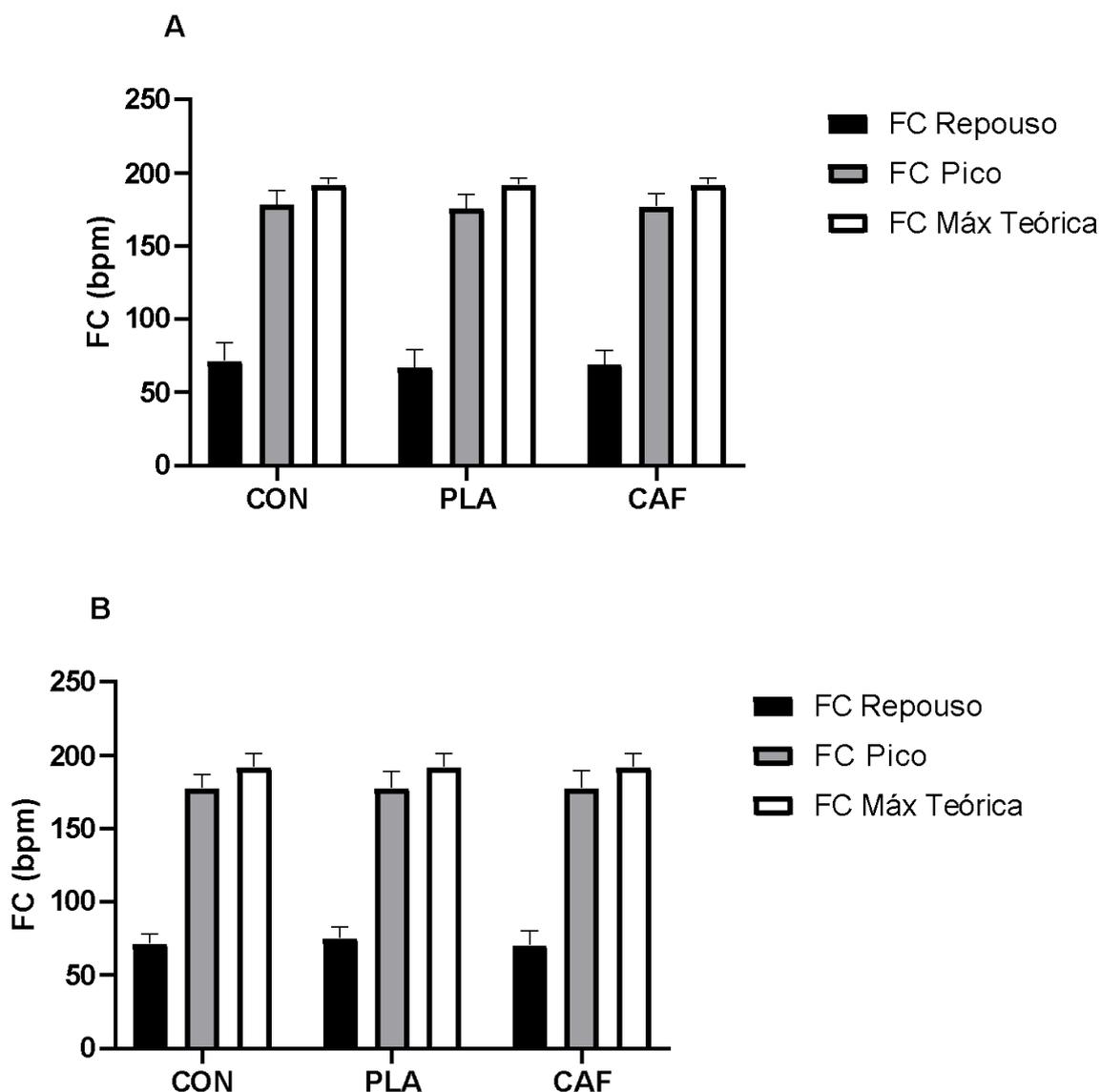


Figura 8 – Comportamento da FC antes e durante o “benchmark” “Diane” de homens (A) e mulheres (B) praticantes de CrossFit® do município de Lavras-MG.

A respeito dos efeitos que podem ser provocados pela ingestão aguda de cafeína (Figura 9), sua presença foi relatada por alguns voluntários após realizarem sua ingestão, tais como tremores, taquicardia, pressão baixa e agitação, e além dos efeitos indesejáveis, foram relatados também efeitos como sensação de bem-estar, de aumento na disposição e desempenho, e menor sensação de fadiga. Além disso, a identificação da cafeína foi feita corretamente por apenas 8 dos 18 voluntários, os demais não souberam distinguir ou identificaram incorretamente a substância que estava sendo administrada nos diferentes momentos.

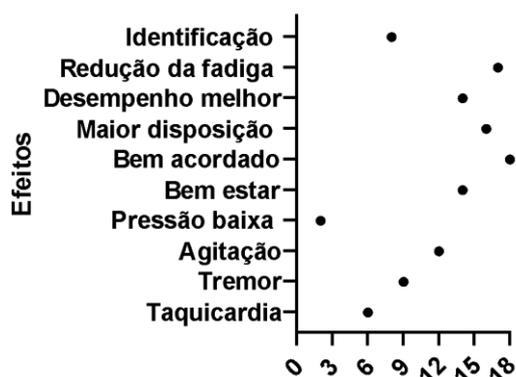


Figura 9 – Percepção de efeitos e identificação após a ingestão de 210 mg de cafeína por homens e mulheres praticantes de CrossFit® do município de Lavras-MG.

4. DISCUSSÃO

Nosso estudo teve como objetivo central avaliar os efeitos causados pela ingestão de uma dose absoluta de cafeína (210mg) no desempenho, parâmetros neuromusculares e recuperação muscular de praticantes de CrossFit® ao realizarem um “*benchmark*” específico da modalidade, denominado “*Diane*”. Sendo este um WOD pouco descrito na literatura científica que aborda a modalidade do CrossFit®, é composto por dois exercícios frequentemente presentes na rotina de treinamento desses indivíduos. Nosso principal achado envolve, principalmente, a redução da DOMS a partir da ingestão da cafeína, demonstrando significância estatística em nossos resultados ao comparar com os valores médios do primeiro momento (sessão controle), contudo, a ingestão do placebo demonstrou redução semelhante nesse parâmetro. Além disso, apesar de não ser demonstrada diferença estatística significativa, é observado que o menor tempo de conclusão é alcançado quando realizam a ingestão de cafeína, bem como os valores de PSE para o grupo feminino, sendo um possível indicativo da ação da cafeína na performance física e redução da PSE e fadiga. Não foi observado diferença significativa nos parâmetros de potência dos membros inferiores (CMJ), espessura muscular e FC, ao comparar os tratamentos (cafeína vs placebo), apesar disso, é observado que ocorre aumento na altura do salto e na espessura dos músculos isquiotibiais após o WOD, bem como elevação importante da FC. Também é observado que o WOD provocou perda hídrica importante, considerando o tempo de duração do exercício realizado e o volume

reduzido. Nossa discussão será feita a seguir, dividida em tópicos a fim de garantir maior compreensão e adequação dos achados.

4.1. DOMS, PSE e desempenho

Apesar dos resultados positivos encontrados em nosso estudo, Fogaça et al., (2019), não observaram diferença na DOMS de praticantes de CrossFit® após realizarem um protocolo de exercícios adaptado da modalidade, ao receberam cafeína (6 mg/kg) ou placebo. Entretanto, outros resultados positivos já foram observados em relação a cafeína e redução da DOMS (Figura 3), contudo, esse efeito foi observado após a realização de exercícios resistidos. Os autores relatam que a redução da DOMS se estendeu até 72 horas após o protocolo de exercícios, em comparação ao grupo que recebeu placebo, indicando o possível efeito da cafeína nos processos relacionados a recuperação muscular (HURLEY; HATFIELD; RIEBE, 2013; SANTOS-MARIANO et al., 2019). Dentre as teorias que envolvem a ação fisiológica da cafeína, uma delas poderia sustentar esse mecanismo, uma vez que ela seria responsável por aumentar a ressíntese de glicogênio muscular, como demonstrado por Loureiro et al., (2021), onde avaliou-se ressíntese de glicogênio após testes até a exaustão em uma bicicleta ergométrica, demonstrando em seus resultados que ao ofertar uma refeição contendo 5 mg/kg de cafeína após o teste, ocorreu um aumento na ressíntese de glicogênio, comparado aqueles que receberam a refeição sem cafeína. É possível que esta resposta esteja relacionada ao aumento no potencial de ação e excitação do SNC provocado pela cafeína, com isso, haveria maior ativação neuromuscular e aumento no fluxo sanguíneo, influenciando diretamente na recuperação muscular pós exercício.

Esse comportamento é observado também quando se trata da PSE, uma vez que já foi observada que a classificação da PSE é reduzida ao administrar cafeína em protocolos de exercícios resistido (DUNCAN; OXFORD, 2011; GRGIC et al., 2019) enquanto no CrossFit® essa redução não é observada, alcançando valores semelhantes tanto na administração de cafeína ou placebo (FOGAÇA et al., 2019; STEIN; RAMIREZ; HEINRICH, 2020). Apesar destes dados, é notório que a cafeína seria capaz de influenciar na percepção de dor e esforço, uma vez que ao sustentar a liberação de neurotransmissores, ocorre menor percepção de dor e aumento no bem-estar, no entanto, devido ao elevado grau de dificuldade dos “WOD’s” de CrossFit®, esse efeito da cafeína

poderia ser passar despercebido, não superando o nível de esforço exigido durante o exercício.

Ao se tratar de desempenho físico, sua avaliação pode ser medida e avaliada por diferentes parâmetros, no nosso caso a avaliação se deu pelo tempo de conclusão, onde mostrou diferença positiva, entretanto, outros estudos onde a avaliação foi feita a partir de outras variáveis utilizando o CrossFit® não observaram qualquer melhora no desempenho entre aqueles que receberam a cafeína ou placebo. Apesar desses achados, estudos cujo treinamento resistido era o modelo experimental e avaliou a performance a partir do número de repetições ou até mesmo a carga observaram melhora no desempenho ao utilizar a cafeína, proporcionando aumento no número de repetições (CVM) e aumento das cargas utilizadas (DUNCAN et al., 2013; DUNCAN; OXFORD, 2011; GRGIC et al., 2018, 2019; JONES et al., 2021)

É possível que essa divergência nos resultados esteja relacionada à alta variabilidade entre os diferentes protocolos e exercícios realizados, uma vez que no CrossFit é feita a união de diversos exercícios, com diferentes características, enquanto o exercício resistido o músculo é trabalhado de forma localizada. Logo, pensando no nosso modelo de exercício, os exercícios de levantamento terra e flexão vertical contemplam movimentos característicos do treinamento resistido, se diferenciando somente a forma de execução, pois aqui eles são realizados de forma contínua. Nesse sentido, pode ser que o tipo de exercício a ser realizado tenha influência direta no surgimento de qualquer possível efeito ergogênico provocado pela cafeína.

4.2. Potência e morfologia muscular

Os trabalhos que avaliam o efeito da cafeína em relação a potência muscular geralmente avaliam através de variações nos saltos, testes de Wingate ou sprints, em nosso estudo, onde foi avaliado através do CMJ, apesar de não ter sido observada influência da cafeína na potência dos saltos ($p > 0,05$), observou-se que a altura dos saltos aumentaram após o WOD (Figura 7B), em todos os momentos avaliados, enquanto outros autores haviam observado redução na altura do salto após a realização de diferentes WOD's de CrossFit® (FOGAÇA et al., 2019; MATÉ-MUÑOZ et al., 2017). Contudo, outros autores relatam que a cafeína foi capaz de aumentar a potência dos membros

inferiores, aumentando a capacidade de trabalho após a realização de exercícios resistidos (GRGIC et al., 2018; SANTOS-MARIANO et al., 2019).

Esse aumento na altura dos saltos pode ser justificado pelo efeito de potencialização pós ativação (PPA), evidenciado pelo aumento na espessura muscular após o protocolo (Figura 8B). Ocasionalmente assim aumento da atividade da região, seja pelo aumento na temperatura, fluxo sanguíneo ou até mesmo maior recrutamento de unidades motoras (GARBISU-HUALDE; SANTOS-CONCEJERO, 2021). Essa é uma hipótese interessante, principalmente por levar em consideração os efeitos da cafeína no sistema nervoso central, de modo que combinando seus efeitos estimulantes com a PPA, poderia aumentar as capacidades de determinados membros para realização de exercícios específicos.

4.3. Desidratação e FC

O presente estudo observou perda média de 402 ± 361 ml, 344 ± 186 ml, 484 ± 643 ml na sessão controle, com placebo e cafeína, respectivamente. Apesar de não demonstrar diferença estatística entre os momentos, a perda hídrica ao receberem a cafeína se mostra superior às demais. Fogaça et al., (2019) também não observou diferença em relação a perda hídrica após o WOD com a administração de cafeína, apesar de demonstrar perda semelhante (média de 400 ml para os dois grupos). Enquanto Cronin et al., (2016), observou perda de 894 ± 284 ml e 525 ± 174 ml para homens e mulheres respectivamente, após sessões de WOD de CrossFit®.

A perda de líquidos através do suor durante a realização de exercícios físicos é um mecanismo natural, entretanto, é importante considerar o volume para avaliar o grau dessa perda, uma vez que o excesso de perda hídrica através do suor pode representar um risco ao indivíduo (O'NEAL et al., 2020). Considerando o volume perdido e o tempo de duração do WOD realizado em nosso estudo, podemos concluir que seja um volume alto para um período curto de tempo. Entretanto, é importante considerar que essa é uma medida sensível, que pode variar facilmente, sofrendo influência do ambiente, clima, e até mesmo o tipo de roupa utilizada

Em relação ao comportamento da FC, que atingiu valores submáximos durante o exercício, não demonstrou qualquer diferença em relação a ingestão de cafeína, porém,

os valores alcançados são justificados pelo elevado grau de intensidade dos WOD's de CrossFit®. Além disso, já foi observado por outros autores que a cafeína não seria capaz de alterar o ritmo dos batimentos cardíacos, seja durante o exercício físico ou no repouso, mesmo se tratando de uma substância estimulante (DUNCAN; OXFORD, 2011; SOUZA et al., 2014; TIBANA et al., 2018). É possível que, para a cafeína afetar a FC, seja necessário levar em consideração os demais fatores, destacando o consumo habitual, a dose administrada, sensibilidade e nível de treinamento do indivíduo, por estarmos tratando de indivíduos fisicamente bem treinados e uma dose baixa de cafeína, é possível que a mesma não tenha sido capaz de provocar alterações significativas por esse mesmo motivo.

4.4. Limitações

Dentre as limitações apresentadas em nosso estudo, destaca-se o baixo N amostral, principalmente do grupo feminino, provocado principalmente pela pandemia do novo coronavírus. A heterogeneidade dos voluntários, uma vez que, apesar de todos praticarem a modalidade no mínimo a 1 ano, é observada uma discrepância nos níveis de desempenho, pois nem todos apresentam ser praticantes assíduos. Além disso, utilizamos uma dose absoluta em nosso estudo (210mg), sendo que uma dose relativa ao peso individual pode ser uma opção mais interessante, proporcionando efeitos mais significativos, uma vez que existem diversos fatores que podem influenciar no metabolismo e ação da cafeína.

5. CONCLUSÃO

Uma pequena dose de cafeína (210mg) foi capaz de influenciar positivamente o desempenho físico, a PSE e a recuperação muscular pós exercício, em um WOD de CrossFit® realizados por homens e mulheres treinados na modalidade, apesar de não ter demonstrado influência nas outras variáveis do exercício. O grupo feminino pareceu se beneficiar mais que o grupo masculino da ingestão da cafeína, contudo, este é apenas um dos poucos estudos que avaliam o uso de cafeína em homens e mulheres, além de utilizar o CrossFit® como modelo experimental, limitando nossas interpretações. Além disso, é importante levar em consideração todos os fatores que possam influenciar na ação da

cafeína, tais como o próprio consumo habitual e polimorfismos genéticos, e até mesmo o nível de treinamento dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- BORG, G. A. V. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Human kinetics. 1998.
- CRONIN, C. et al. Natural Training Hydration Status, Sweat Rates, and Perception of Sweat Losses During Crossfit Training. **International Journal of Exercise Science**, v. 9, n. 5, p. 4, 2016.
- DUNCAN, M. J. et al. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, v. 13, n. 4, p. 392–399, 2013.
- DUNCAN, M. J.; OXFORD, S. W. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 178–185, 2011.
- FIGURE, S. et al. The effects of acute caffeine supplementation. n. 2, p. 1–8, 2018.
- FOGAÇA, L. J. et al. Effect of caffeine supplementation on exercise performance, power, markers of muscle damage, and perceived exertion in trained CrossFit men: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 2, p. 181–188, 2019.
- GARBISU-HUALDE, A.; SANTOS-CONCEJERO, J. Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. **Journal of Human Kinetics**, v. 78, p. 141, 2021.
- GLASSMAN, G. Benchmark Workouts. **CrossFit Journal**, n. 13, p. 1–5, 2003.
- GLASSMAN, G. What is crossfit. **The CrossFit Journal**, v. 56, p. 1–7, 2004.
- GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. / Caffeine et exercice: métabolisme, endurance et performance. **Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 785–807, 2001.
- GRGIC, J. et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2018.
- GRGIC, J. et al. The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 17–30, 2019.
- HURLEY, C. F. ; HATFIELD, D. L. ; RIEBE, D. A. The effect of caffeine ingestion on

delayed onset muscle soreness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 11, p. 3101–3109, 2013.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical assessment of body composition. **the physician and sports medicine**, v. 13, n. 5, p. 76–90, 1985.

JONES, L. et al. The dose-effects of caffeine on lower body maximal strength, muscular endurance, and rating of perceived exertion in strength-trained females. **Nutrients**, v. 13, n. 10, 2021.

LOUREIRO, L. M. R. et al. Coffee Increases Post-Exercise Muscle Glycogen Recovery in Endurance Athletes: A Randomized Clinical Trial. **Nutrients**, v. 13, n. 10, p. 3335, 2021.

MATÉ-MUÑOZ, J. L. et al. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PloS one**, v. 12, n. 7, p. e0181855, 2017.

O'NEAL, E. et al. Post-Exercise Sweat Loss Estimation Accuracy of Athletes and Physically Active Adults: A Review. **Sports**, v. 8, n. 8, p. 113, 2020.

PHILIPPOU, A.; KOUTSILIERIS, M.; MARIDAKI, M. Changes in kinematic variables at various muscle lengths of human elbow flexors following eccentric exercise. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v. 33, n. 3–4, p. 167–175, 2012.

SANTOS-MARIANO, A. C. et al. Effect of caffeine on neuromuscular function following eccentric-based exercise. **PloS one**, v. 14, n. 11, p. e0224794, 2019.

SINCLAIR, C.; GEIGER, J. Caffeine use in sports. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 1, p. 71–79, 2000.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In: J. Brozek & A. Hanschel. (Eds). **Techniques for measuring body composition**, 1961.

SOUZA, D. et al. Acute effect of caffeine intake on hemodynamics after resistance exercise in young non-hypertensive subjects. **Research in Sports Medicine**, v. 22, n. 3, p. 253–264, 2014.

STEIN, J. A.; RAMIREZ, M.; HEINRICH, K. M. Acute caffeine supplementation does not improve performance in trained CrossFit® athletes. **Sports**, v. 8, n. 4, p. 54, 2020.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 37, n. 1, p. 153–156, 2001.

TIBANA, R. A. et al. Lactate, heart rate and rating of perceived exertion responses to shorter and longer duration CrossFit® training sessions. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 3, n. 4, p. 60, 2018.

TIBANA, R. A.; ALMEIDA, L. M.; PRESTES, J. Crossfit® Riscos ou Benefícios? O que Sabemos até o Momento? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 23, n. 1, p. 182–185, 2015.

UMBEL, J. D. et al. Delayed-onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 6, p. 687–695, 2009.

APÊNDICE 1

Produtos publicados da dissertação

J Appl Physiol 130: 2022–2023, 2021.
doi:10.1152/jappphysiol.00327.2021



**JOURNAL OF
APPLIED PHYSIOLOGY**

VIEWPOINT

Commentaries on Viewpoint: Stewart's approach to quantitative acid-base physiology should replace traditional bicarbonate-centered models

Role of carnosine in the acid-base control of muscles

João Pedro Assis Moreira,^{1,2}
Thais Melo Marques,^{1,2}
Ludmila Dias dos Santos Leal,^{1,2}
Paula Souza Alves Santos,^{1,2}
João Pedro de Souza Ferreira,^{1,2}
Raul Dominguez,^{1,3} and
Sandro Fernandes da Silva^{1,2}

¹Grupo de estudo e pesquisa em respostas neuromusculares, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil;

²Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil; and

³Departamento de Motricidad Humana y Rendimiento Deportivo, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain

Med Sci Sports Exerc 51: 2098–2108, 2019. doi:10.1249/MSS.0000000000002033.

- Swietach P, Youm J-B, Saegusa N, Leem C-H, Spitzer KW, Vaughan-Jones RD. Coupled $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^{+}$ transport by cytoplasmic buffers regulates local Ca^{2+} and H^{+} ion signaling. *Proc Natl Acad Sci USA* 110: E2064–E2073, 2013. doi:10.1073/pnas.1222433110.
- Blancquaert L, Everaert I, Missinne M, Baguet A, Stegen S, Volckaert A, Petrovic M, Vervaeke C, Achten E, De Maeyer M, De Henaew S, Derave W. Effects of histidine and β -alanine supplementation on human muscle carnosine storage. *Med Sci Sports Exerc* 49: 602–609, 2017. doi:10.1249/MSS.0000000000001213.
- Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, Sale C, Gualano B. β -Alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 51: 658–669, 2017. doi:10.1136/bjsports-2016-096396.

Commentary on Viewpoint: Stewart's approach to quantitative acid-base physiology should replace traditional bicarbonate-centered models

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E AS RESPOSTAS A DISTINTOS PROGRAMAS DE ATIVIDADE FISICA

Pesquisador: Sandro Fernandes da Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20221419.7.0000.5148

Instituição Proponente: Universidade Federal de Lavras

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.663.376

Apresentação do Projeto:

A utilização de suplementos nutricionais sem a devida prescrição é uma realidade no dia a dia, essa utilização indiscriminada não está diretamente relacionada a melhora do rendimento físico. Assim estudar uma gama de suplementos nutricionais e verificar as distintas respostas no desempenho é uma forma de se esclarecer o funcionamento biopsicofisiológico desses suplementos e ainda apresentar a sociedade quais são seguros e confiáveis a população.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar o efeito de diferentes suplementos nutricionais no rendimento físico de homens e mulheres em diferentes atividades físicas

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Bem delineados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e exequível

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Declaração das academias foram anexadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências éticas.

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037

Bairro: PRP/COEP

CEP: 37.200-000

UF: MG

Município: LAVRAS

Telefone: (35)3829-5182

E-mail: coep@nintec.ufia.br

ANEXO B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado(a) Senhor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados.

I - Título do trabalho experimental: Efeitos da suplementação de cafeína em praticantes de CrossFit®.
Pesquisador(es) responsável(is): João Pedro Assis Moreira; Sandro Fernandes da Silva
Cargo/Função: Discente / Docente
Instituição/Departamento: Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde - UFLA
Telefone para contato: (28) 98803-9386
Local da coleta de dados: Academia KVe-6, Lavras - MG

II - OBJETIVOS

Avaliar os efeitos provocados pela ingestão de cafeína em praticantes de CrossFit®, como ela irá refletir na performance, e em parâmetros neuromusculares e na sua recuperação pós atividade.

III – JUSTIFICATIVA

A cafeína é um importante recurso ergogênico utilizado por diversos indivíduos que praticam atividade física e por atletas. Pouco se sabe sobre seus efeitos em modalidades como o CrossFit®, isso torna interessante o estudo desses efeitos, principalmente por se tratar de uma modalidade intensa e de elevado grau de dificuldade.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

AMOSTRA

Está previsto para participar desse estudo indivíduos que estejam praticando o CrossFit® a no mínimo 1 (um) ano, na academia de pratica de CrossFit® KVE-6, em Lavras - MG, com idade entre 18 e 45 anos. Não poderão participar desse estudo gestantes, indivíduos que apresentam infecções e/ou inflamações, doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, hipertensão arterial e hipercolesterolemia, que estejam em uso de antibiótico, anti-inflamatório ou qualquer medicamento que possa gerar erro nos resultados.

EXAMES

O voluntário incluso no estudo será avaliado em três sessões de treinamento, e apenas na primeira sessão será coletado dados antropométricos (peso e altura), e será realizada uma avaliação nutricional baseada no R24h, após os treinos serão avaliados: a) desempenho e percepção de esforço, que será relatado pelo próprio participante; b) percepção de dor à palpação c) dados da taxa de sudorese, a qual será feita pela relação entre o peso final e peso inicial do voluntário durante a sessão de treino; e) dosagem de lactato, que será feita com a coleta de uma gota de sangue do participante, por punção capilar do dedo da mão.

V - RISCOS ESPERADOS

A avaliação do risco da pesquisa é BAIXO

Pode haver desconforto em relação à coleta da amostra de sangue para determinação do nível de lactato. Neste caso, pode haver leve dor e um pequeno hematoma no dedo, local onde será coletada a amostra de sangue. Poderá ocorrer também desconforto ou constrangimento dos voluntários na coleta dos dados de antropométricos, de percepção de esforço e dor. Com a suplementação de cafeína, pode ser que sejam desenvolvidos efeitos ansiogênicos causados pela mesma. Todos os procedimentos serão realizados de forma cuidadosa por um estudante de pós-graduação do programa de Nutrição e Saúde devidamente treinado para este fim. Os dados serão coletados em ambiente higienizado e com todos materiais descartáveis e uso de luvas de procedimento. Para evitar qualquer desconforto, todos os cuidados necessários à participação, de acordo com os direitos individuais e respeito ao bem-estar físico e psicológico dos voluntários serão garantidos.

VI – BENEFÍCIOS

Os participantes receberão uma avaliação nutricional e terão acesso aos resultados obtidos, bem como orientações nutricionais relacionadas aos seus resultados, realizadas pela equipe responsável do projeto.

VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

Se o participante sofrer qualquer dano resultante da sua participação na pesquisa, ele receberá acompanhamento, assistência e orientação, conforme o caso. Se necessário, o participante será encaminhado a Unidade de Saúde do município.

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa. Lavras, ____ de _____ de 20__.

Nome (legível) / RG

Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Educação Física. Telefones de contato: 035 9973-5060.

ANEXO C

FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome:

Idade:..... Sexo: () M () F

Peso:..... Altura:..... %G:.....

Tempo de Treinamento (meses):.....

Horas de Treinamento:.....

Contato:.....

Histórico

Pratica alguma atividade física além do CrossFit? () SIM () NÃO

Qual (is)?

Faz acompanhamento nutricional: () SIM () NÃO

Usa algum suplemento nutricional: () SIM () NÃO

Qual (is)?

Consumo habitual de caféina:

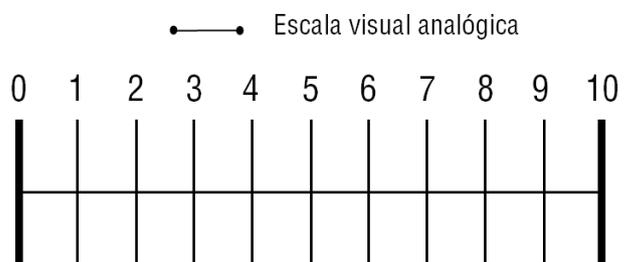
WOD: Diane

	PILOTO				RANDOMIZAÇÃO				RANDOMIZAÇÃO			
					O 1				O 2			
a												
po												
	PSE											
a	Águ											
MS												
		Pré	P	P	Pré	Pr		Pós	Pré	Pr		Pós
o	Pes											
ato	Lact											
uência Cardíaca	Freq											

Morfologia muscular						
Altura do salto						
Potência do salto						

ANEXO D**ESCALA ADAPTADA DE BORG PARA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO**

Nível	Esforço percebido
0	Nenhum
1	Mínimo
2	Pouco
3	Moderado
4	Levemente difícil
5	Difícil
6	Muito difícil
7	Extremamente difícil
8	Intenso
9	Muito intenso
10	Extremamente intenso

ANEXO E**ESCALA VISUAL ANALÓGICA PARA PERCEPÇÃO DE DOR (EVA).**

Legenda

0 = sem dor

10 = dor insuportável

ANEXO F**QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EFEITOS COLATERAIS**

Efeito	Sim	Não
Ansiedade		
Tensão		
Tremor		
Bem acordado		
Alerta		
Agitação		
Contrações musculares		
Tremores musculares		
Coração acelerado		
Coração pulando batidas		
Dor torácica		
Queimação no peito		
Rosto corado		
Dor de cabeça		
Pensamentos e fala acelerados		
Estômago irritado		

Descreva qualquer outro efeito colateral:

Qual suplemento você acredita ter ingerido?

- Placebo
- Cafeína
- Não sei